BRASIL AÇUCAREIRO

SEPARATA
(Edição de Abril/82)

MICRODESTILARIA: VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA

Autores:

Antonio Celso Gemente
Cláudio Hartkopf Lopes
Davi Guilherme Gaspar Ruas
Hermas Amaral Germek
Enio Roque de Oliveira

MIC
INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL

Ministério da Indústria e do Comércio
Instituto do Açúcar e do Álcool

CRIADO PELO DECRETO N.º 22.789, DE 1.º DE JUNHO DE 1933

Sede: PRAÇA QUINZE DE NOVEMBRO, 42 — RIO DE JANEIRO — RJ
Caixa Postal 420 — End. Teleg. "Comdecar"

MICRODESTILARIA: VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA

Antonio Celso GEMENTE (1)
Cláudio Hartkopf LOPES (2)
Davi Guilherme Gaspar RUAS (3)
Hermas Amaral GERMEK (4)
Enio Roque de OLIVEIRA (5)

RESUMO

Este trabalho realizou uma revisão bibliográfica sobre microdestilarias, enfatizando os pontos relevantes do tema dentre os estudos publicados. Em seguida, descreveu as diversas etapas do processo de obtenção de álcool nas microdestilarias. A análise de viabilidade técnico-econômica, realizada num capítulo especial, contemplou as principais alternativas tecnológicas de que se dispõe atualmente, no contexto de pressuposições explícitas. Finalmente, o trabalho discutiu aspectos gerais referentes ao tema microdestilarias, numa abordagem preliminar.

O trabalho permitiu concluir que, em termos técnico-operacionais, as microdestilarias são viáveis economicamente dentro dos pressupostos adotados. Restariam, no entanto, algumas definições de ordem institucional para que se desencadeasse o processo de disseminação dessas pequenas unidades de produção de álcool. Isto dependerá de uma série de fatores que são imponderáveis no momento presente, ligados que estão à evolução da conjuntura sócio-econômica nacional.

(1) Eng.° Agr.°, MS, Coordenadoria de Planejamento e Avaliação, Superintendência Geral.
(2) Eng.° Químico, Gerente do Projeto Microdestilaria.
(3) Eng.° Agr.° MS, Coordenadoria de Planejamento e Avaliação.
(4) Eng.° Agr.°, Supervisoria da Área Industrial.
(5) Eng.° Agr.°, Supervisor da Área Industrial, Superintendência Geral.

Este trabalho foi elaborado pelas áreas Industrial e Planejamento e Avaliação. É o primeiro resultado do Projeto Microdestilaria, em andamento no I.A.A./PLANALSUCAR.

Os autores agradecem ao Eng.° Agr.° *Luiz Carlos Corrêa Carvalho* pelos Capítulos II e III e pela criação do projeto. Aos Eng°s. Agr°s.: *Ivan Chaves de Sousa, Caetano Brugnaro, Antonio Hermínio Pinazza* pelas valiosas sugestões e ao desenhista *Idajar A. de Oliveira Martins* pelas ilustrações.

I. INTRODUÇÃO

O Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), instituído no Brasil em fins de 1975 com a finalidade de atenuar o impacto causado pela crescente demanda interna de petróleo, entre outras mudanças, introduziu também novas variáveis no cenário nacional que vem modificando algumas posturas frente ao tradicional setor canavieiro, em parti-

cular, e a outros setores vinculados à energia, em termos gerais.

Muitas das questões levantadas com a aceleração do PROÁLCOOL, em 1979, após o segundo grande salto nos preços do petróleo importado, ainda encontram-se em fase de discussão pelos especialistas, enquanto toda a sociedade brasileira procura acompanhar o processo, movida pelo interesse acerca dos rumos que podem ser seguidos dentro da política energética em implantação. A abrangência dessas questões, envolvendo problemas de tal magnitude e tão complexamente interrelacionados, não aconselha que se pretenda abordá-los neste trabalho, além do que existem disponíveis bibliografias específicas a respeito.

Dentre aquelas questões, cabe destacar, no entanto, a referente às microdestilarias, que interessa mais de perto ao propósito deste trabalho. As microdestilarias têm sido definidas como unidades produtoras de álcool etílico com capacidade de produção de até 5 mil litros diários, reservando-se o termo minidestilarias para as unidades de produção na faixa de 10 a 60 mil litros diários, segundo o trabalho "Subsídios para o Programa Nacional de Mini e Micro-Destilarias de Álcool Carburante", elaborado pela Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo (SICCT, 14); em adição, pode-se convencionar que macrodestilarias seriam aquelas unidades com capacidade de produção acima de .. 60.000 litros por dia.

Alguns autores divergem dessa classificação, denominando microdestilaria (até 5.000 l/d), pequenas destilarias (até 30.000 l/d), e destilarias convencionais (acima de 40.000 l/d), como sugerido por RASOVSKY (13). Não há, de fato, uma nomenclatura formalmente estabelecida com respeito aos parâmetros utilizados na definição, mas esta que apresentou-se parece estar consagrada pelo uso corrente, o mesmo ocorrendo em relação ao módulo padrão de 120.000 litros/dia adotado no âmbito da CENAL e em diversos estudos sobre o assunto. Eventualmente, outras características distinguem as destilarias, como o produto final (tipo de álcool, flegma, etc.), a matéria-prima utilizada (cana, sorgo, mandioca, etc.), o regime de trabalho (continua/descontínua), conforme a conveniência da classificação. Etretanto, o termo microdestilaria fica conceituado da maneira como foi exposto, sem que se houvesse encontrado nenhuma discordância quanto a tal conceituação entre as bibliografias consultadas.

A necessidade de rapidamente atender à meta projetada pelo PROÁLCOOL, a partir de 1979, quando passou-se a visar, também, à utilização de álcool hidratado como combustível de veículos, além da mistura de álcool anidro à gasolina até o limite técnico de 20%, e do álcool para fins industriais (esses últimos objetivos originados em 1975) — meta que previa a produção de 10,7 bilhões de litros para o ano de 1985 — contribuiu para que não se contemplasse de imediato outras alternativas fora das escalas maiores de produção.

O Decreto n.º 83.700, de 05 de julho de 1979, que criou o Conselho Nacional do Álcool (CNAL), órgão vinculado ao Ministério da Indústria e Comércio para a condução geral do PROÁLCOOL, sendo que a execução do Programa é administrada através da Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL), criada também pelo mesmo diploma legal, estabeleceu as principais políticas e diretrizes para a implementação do PROÁLCOOL, nas quais a menção mais explícita a pequenas unidades é que "seria considerada a possibilidade de implantação de minidestilarias estrategicamente localizadas, visando a participação de pequenos produtores rurais e industriais e ao atendimento a características regionais" (PROÁLCOOL: Informações Básicas para Empresários, MIC/CENAL, 2.ª ed., maio de 1980).

O aparente sucesso do PROÁLCOOL, consubstanciado no atingimento da meta de curto prazo (3 bilhões de litros para 1980, quando alcançou-se uma produção de 3,6 bilhões na safra 1979/80) e no aumento da venda de veículos movidos exclusivamente a álcool hidratado, sofreu recentemente influências desfavoráveis devido a inúmeros fatores, levando a que se dispusesse a proceder a uma revisão geral do Programa, que incluiu o prazo para o atingimento da meta de 10,7 bilhões de litros, estabelecido agora para a safra de 1986/87 e não mais para o ano de 1985.

Nesse meio tempo, em que o Programa passou da pura euforia a momentos de depressão, aflorou-se novas alternativas que buscavam o abrigo do PROÁLCOOL, na medida em que as condições de financiamento

são vantajosas. Nesse contexto é que a discussão sobre microdestilarias ganhou corpo.

A presença de pequenas destilarias, não caracterizadas ainda como microdestilarias tal como são entendidas no presente, é fato relativamente antigo caso se considere os engenhos de produção de aguardente como unidades produtoras de álcool, mesmo que muitas vezes com processos rudimentares. Talvez o esforço pioneiro em termos de destilaria de pequena escala de produção, após o surgimento do PROALCOOL, tenha sido a experiência realizada em Lorena-SP, onde instalou-se uma espécie de centro de estudos do assunto, inclusive usando várias alternativas de matéria-prima, como mandioca, por exemplo; os projetos ali desenvolvidos são financiados pela Secretaria de Tecnologia Industrial (STI), do Ministério da Indústria e Comércio.

O Instituto do Açúcar e do Álcool, através de seu programa especial PLANALSUCAR, também desenvolve projetos específicos com vistas ao aperfeiçoamento da tecnologia e operacionalização de microdestilarias, nos quais inclui-se a montagem de quatro (4) unidades, sendo que uma destas (Araras-SP) já funcionou durante duas safras e as demais devem operar efetivamente a partir da próxima safra de 1982/83.

No âmbito do Estado de São Paulo, a Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, através de convênio com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), iniciou o desenvolvimento de um projeto de microdestilarias, cujo objetivo básico seria o desenvolvimento de pequenas unidades para produção de álcool com base em processo e equipamentos simplificados. Em âmbito nacional, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) possue um programa de desenvolvimento de microdestilarias, que estão sendo montadas e em fase de testes em vários locais do país.

Paralelamente, tem proliferado em diversas regiões do país, de modo especial no Estado de São Paulo, firmas produtoras de equipamentos para microdestilarias, cada qual com seu respectivo "pacote" comercial, compondo alternativas diferenciadas para a produção de álcool em pequena escala; diversas dessas unidades já foram adquiridas por particulares e por instituições de pesquisa. Mas o fato concreto é que nenhuma dessas iniciativas conta com resultados finais provados e inteiramente disponíveis, provavelmente em decorrência de um necessário tempo para a maturação dos projetos.

De acordo com a maioria dos trabalhos divulgados sobre o assunto, a finalidade básica das microdestilarias seria a de abastecimento de localidades distantes dos grandes centros, suprindo-as desse modo com um tipo e energia gerada regionalmente, ou como fonte de auto-consumo de álcool em propriedades agrícolas diversificadas e cooperativas rurais.

Os principais argumentos a favor das microdestilarias baseiam-se no fato de que com a escolha dessa alternativa, evitar-se-ia um dos pontos mais insistentemente criticados em relação ao PROALCOOL, qual seja, o caráter concentrador de renda deste programa. Mas não é apenas o aspecto social desejável, argumenta-se, que credencia a alternativa direcionada para microdestilarias (além da maior possibilidade de fixação do homem ao campo, geração de mais empregos proporcionalmente, etc.), senão a sua própria sustentação em termos econômicos, na medida em que haveria substancial redução de recursos de capital e de custos de transporte "vis-à-vis" a alternativa em direção a destilarias de grandes escalas de produção. Em última instância, ambas as alternativas não são mutuamente exclusivas mas até complementares em alguns casos.

A venda de equipamentos para microdestilarias, mesmo sem o apoio de financiamentos oficiais e sem contar com linhas de crédito favorecidas, atesta a ressonância que o assunto vem obtendo no meio rural, que parece disposto a investir no empreendimento. Por outro lado, a tramitação que até há pouco tempo se exigia para o registro de microdestilaria e a quase inexistência de legislação que disciplinasse a matéria, constituíam-se em elementos complicadores a que se pudesse obter informações, servindo também para arrefecer o ânimo dos debates que pretendessem prestar esclarecimentos sobre o assunto. Recentemente, o Decreto n.º 85.698, de 04 de fevereiro de 1981, que providenciou a referência legal em relação a unidades produtoras de álcool hidratado com capacidade de produção de até 5.000 litros/dia, estabelece que:

a) o álcool produzido deverá ser, basicamente, destinado a consumo próprio na propriedade do titular do projeto;

b) eventuais excedentes de produção só poderão ser comercializados dentro da sistemática de controle de qualidade e de comercialização definida pelo Conselho Nacional do Petróleo (CNP); e

c) o fornecimento de matéria-prima a essas unidades produtoras não poderá interferir com o fornecimento vinculado a unidades de produção de açúcar e/ou álcool, além de que o tratamento de efluentes industriais deverá observar as normas regulamentares vigentes.

O Ato CENAL n.º 437/81, de 23 de fevereiro de 1981, em complementação ao Decreto n.º 85.698, estabeleceu procedimento simplificado para o registro de microdestilarias. É importante lembrar que as microdestilarias não foram com isto integradas ao PROÁLCOOL, e portanto não podem se prevalecer das linhas de financiamento do Programa, assim como ainda restam aspectos obscuros que não estão cobertos pela atual legislação. O cumprimento das disposições do Ato n.º 437/81 da CENAL, por exemplo, envolve problemas e definições não de todo esclarecidas, para o que aguarda-se futuras sistemáticas regulamentares na forma de complementar aquilo existente no momento.

A bibliografia disponível sobre microdestilarias é relativamente escassa, embora tenha-se mais presentemente observado uma concentração de esforços nesse sentido. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo desenvolveu um projeto de microdestilaria com base em equipamentos que tivessem custos de instalações e de operação reduzidos, destacando-se a coluna de destilação de madeira (descontínua) com enchimento de anéis de bambu e o tanque de ferro cimento para armazenamento do álcool produzido. Esta microdestilaria, com capacidade para 1.000 litros/dia, foi instalada no campus da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" — ESALQ/USP, em 1978.

Em estudo a respeito, onde são descritos os equipamentos, alternativas de aprimoramento e processos de operação, concluiu-se pela viabilidade técnica e econômica do projeto (IPT, 7). O mesmo trabalho foi aperfeiçoado em alguns pontos e apresentado pela Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia (SICCT) do Estado de São Paulo, levando em conta turnos de trabalho (1, 2 ou 3 turnos), condições de financiamento (única) e origem da matéria-prima (se própria ou de terceiros), em que verificou-se que a utilização de cana de terceiros inviabilizaria o investimento, enquanto, enquanto as demais alternativas estudadas viabilizavam-no. Foi considerado um rendimento industrial de 45 litros por tonelada de cana e o custo da matéria-prima de origem própria como cerca de 53% do preço que seria pago a terceiros (SICCT, 14).

DIAS (4) publicou trabalho em que, numa primeira parte, explica os objetivos e metas da EMBRAPA com o desenvolvimento de seu programa de microdestilarias, e na segunda parte, faz uma análise preliminar da rentabilidade da implantação de microdestilarias, esta última parte baseada em estudo anterior de CRUZ et alii (3). No trabalho são estabelecidas justificativas que favorecem um programa de microdestilarias em integração com propriedades e cooperativas rurais, e simultaneamente discute criticamente as diretrizes do projeto original do IPT, com o qual a EMBRAPA havia firmado um contrato de assistência técnica, ao focalizar os rendimentos relativamente baixos obtidos naquele projeto, que não seriam proporcionais à redução equivalente de custos e, portanto, com certo desajuste em relação às metas da EMBRAPA.

CRUZ et alii (3) realizaram um estudo preliminar sobre a rentabilidade potencial de microdestilarias, a partir de algumas premissas básicas, que envolvem principalmente a suposição de auto-consumo em propriedades agrícolas dispondo de área mínima de 800 a 1.000 hectares, com aproveitamento de mão-de-obra permanente em disponibilidade para operar a microdestilaria na entressafra, e custo da matéria-prima de origem própria como cerca de 72% (utilizando coeficientes técnicos da COPERSUCAR) do preço que seria pago a terceiros. Na fase industrial ,três alternativas foram analisadas: 1 terno, 2 ternos de moenda e difusor, cada uma subdividida em colunas de destilação tipo IPT e coluna de aço, para uma escala de produção de 1.200 litros/dia. O estudo conclui pela viabilidade das microdestilarias tanto na esfera privada como na social, isto é, tanto em termos de retorno ao investidor individual como em termos de

comparação com macrodestilarias, do ponto de vista geral.

Por outro lado, estudo desenvolvido por iniciativa do Ministério da Indústria e Comércio, através da STI, trabalhou com uma única alternativa tecnológica, utilizando um terno de moenda, para as escalas de 2.500 e 5.000 litros por dia. O rendimento industrial considerado foi de 53 litros por tonelada de cana e o custo da maéria-prima de origem própria como cerca de 60% do preço que seria pago a terceiros. O trabalho apresenta também considerações envolvendo vários aspectos sobre microdestilarias, especialmente com referência a disponibilidade de equipamentos e respectivos fabricantes, além de apresentar as principais legislações existentes. O estudo conclui que, dentro das condições e parâmetros adotados, os módulos de 2.500 e 5.000 litros/dia apresentam viabilidade econômico-financeira, quando se considera as atividades agrícola e industrial integradas (matéria-prima de origem própria), mas o empreendimento torna-se inviável quando o setor industrial é considerado como autônomo (matéria-prima de terceiros); finalmente, apresenta-se sugestões no sentido de agilizar e racionalizar a implantação de microdestilarias para produção de álcool (MIC/STI, 10).

O estudo mais recente é de iniciativa da Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, e apresenta como novidades os módulos de 2.500 e 5.000 litros/dia funcionando com difusores para extração de caldo, auxiliado ainda por duas moendas, e a comparação de três fontes alternativas de financiamento: PROÁLCOOL, FINAME e "leasing" (SICCT, 15). Cabe notar apenas que esta última orientação dada no trabalho difere radicalmente daquela originalmente proposta pela mesma entidade, com base no projeto anterior encomendado ao IPT, de simplificação dos equipamentos e do processo de produção da microdestilaria.

Todos os estudos realizados apontam na direção de que a viabilidade técnico-econômica das pequenas unidades de produção de álcool é factível, restando apenas incentivos e definições no âmbito governamental, já que a iniciativa privada encontra-se interessada no programa de microdestilarias. Em contrapartida, inexistem resultados operacionais concretos, em vista de que praticamente não há dessas unidades trabalhando em regime normal ao longo de toda uma safra. Os estudos sobre o assunto são, em sua maioria, baseados em considerações teóricas e de acordo com rendimentos presumidos ou apenas testados experimentalmente, através de Institutos de pesquisa, e a abordagem de cada um segue por vezes premissas distintas, por força do próprio contexto onde são originados.

O Instituto do Açúcar e do Álcool, através do PLANALSUCAR, desenvolve um projeto sobre microdestilarias, com implantação de unidades experimentais, e nesses termos a sua participação no debate sobre o assunto é de seu interesse imediato, para o que a posse de uma visão própria que seja do conhecimento geral torna-se necessária. O presente trabalho apresenta-se como uma primeira aproximação no sentido de construir um posicionamento independente, que espera-se consolidar com a continuidade de estudos adicionais, contribuindo desse modo para que se amplie a discussão em torno do tema.

O trabalho está estruturado num capítulo que descreve(de maneira geral, o processo de obtenção de álcool como um todo e contemplando ainda as diversas fases de produção, em que procura-se destacar as tecnologias existentes para cada etapa, com ênfase para as diferenças básicas entre micro e macro-destilarias, que sucede aos capítulos introdutórios; em seguida, passa-se a analisar alternativas tecnológicas escolhidas, em termos de viabilidade técnico-econômica, destacando-se também aspectos operacionais de funcionamento, a partir de determinados pressupostos explícitos.O capítulo subseqüente aborda aqueles pontos sobre os quais não se admitiu flexibilidade anteriormente, estendendo-se a discussão para aspectos gerais, com o propósito menos de se proceder a análises exaustivas do que de evidenciar problemas relevantes, acompanhado de alguns comentários onde isto coube. O trabalho encerra-se com um capítulo de considerações finais, onde procura-se destacar os pontos importantes analisados.

II. ÁREAS DE ANÁLISE NECESSÁRIAS PARA A VERIFICAÇÃO DA VIABILIDADE DE UM PROGRAMA DE MICRODESTILARIAS

Para que seja possível a definição de um programa governamental voltado à produção de álcool através de microdestilarias, torna-se fundamental a caracterização integrada dos problemas ou aspectos a observar. Visando esta caracterização, é apresentada a seguir, uma "árvore de objetivos" (Figura 1), com as linhas de estudos a serem feitos:

Para que o governo tenha condições de definir as reais possibilidades de um Programa de Microdestilarias, recebendo incentivos através do PROÁLCOOL, há efetivamente a necessidade de se elaborar estudos que permitam, conforme a Figura 1:

1. conhecer as necessidades de recursos financeiros para o lançamento do Programa. Neste caso, em função das disponibilidades, se definiria a linha de conduta para os interessados;

2. conhecer o potencial de produção do setor de bens de capital, para o atendimento da produção de microdestilarias. Neste caso, torna-se fundamental verificar as discrepâncias de preços hoje existentes;

3. optar, entre as diversas estratégias existentes, por uma definição que verse sobre a comercialização do álcool produzido nas microdestilarias. Neste caso procurar-se-ia estudar as opções de:

a) consumo do álcool "in loco", ou seja, pela própria unidade agroindustrial onde se localiza a microdestilaria;

b) consumo do álcool produzido pela própria destilaria e comercialização do excedente via instruções do CNP;

c) comercialização de toda a produção;

d) outras formas.

4. definir os locais onde se dará maiores incentivos para a montagem das microdestilarias;

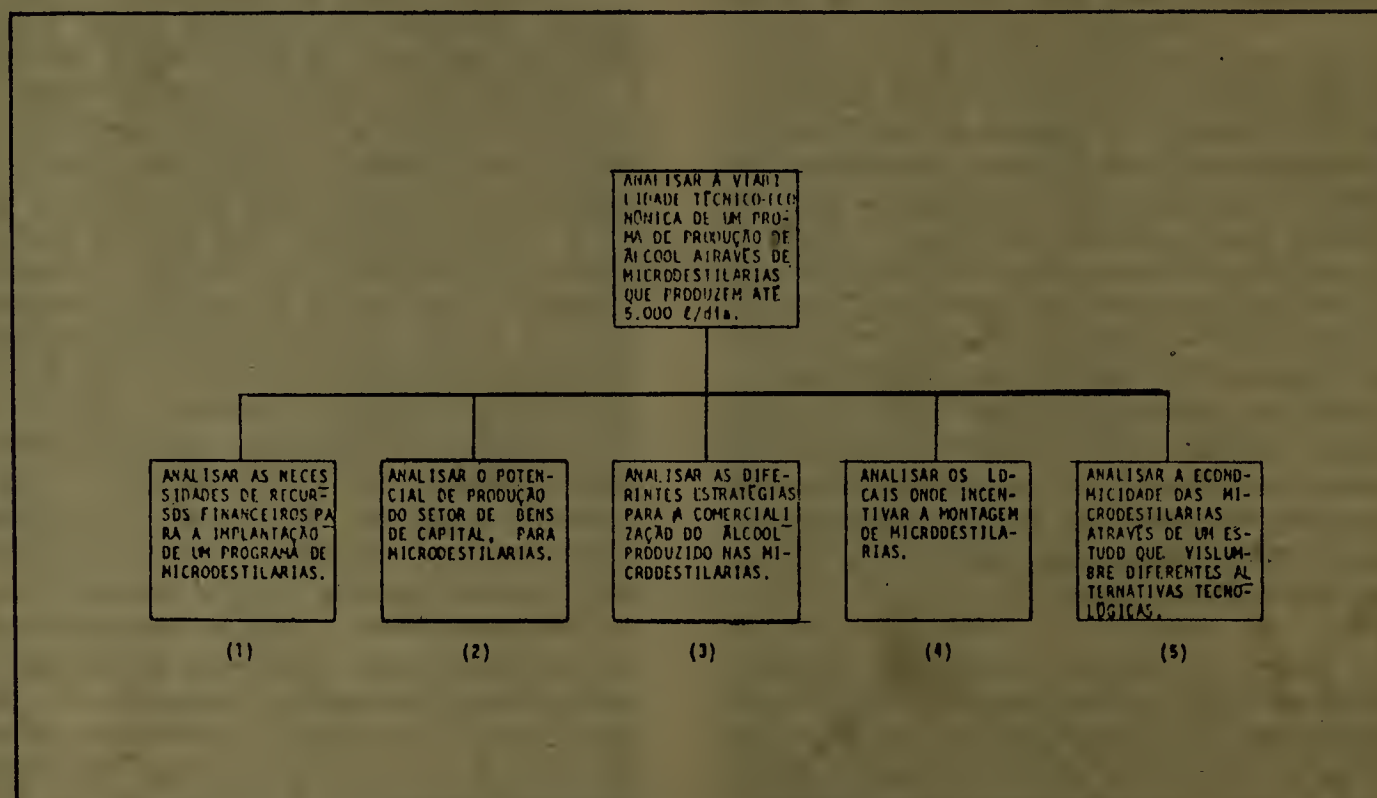



Fig. 1 — Árvore de objetivos para os estudos de caracterização de microdestilarias.

5. analisar a economicidade das microdestilarias através de um estudo que vislumbre diferentes tecnologias de produção.

III. OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo do presente trabalho é principalmente o caracterizado na Figura 1 como número 5, ou seja: analisar a economicidade das microdestilarias através de um estudo que vislumbre diferentes alternativas tecnológicas, em diferentes escalas e turnos de trabalho, a partir de pressupostos explícitos, como mostra a Figura 2 a seguir.

Além desses objetivos específicos, o trabalho também procura realizar uma análise preliminar acerca dos principais aspectos que importam na discussão sobre microdestilarias, abrangendo, numa abordagem generalista e necessariamente provisória, todos aqueles outros aspectos vistos na Figura 1.

IV. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO TECNOLÓGICO

Existe, atualmente, um grande número de opções tecnológicas para a produção de álcool etílico hidratado, podendo-se afirmar que cada indústria de máquinas e equipamentos que passou a atuar neste campo, possue seu processo próprio, ou seja, criou sua própria microdestilaria. Estas opções tecnológicas diferem, entre si, pelos sistemas de descarregamento de cana, de extração do caldo, de fermentação e de destilação, ou seja, pelas máquinas e equipamentos adotados no processo tecnológico.

No presente capítulo tentar-se-á listar as diversas versões de microdestilarias, na

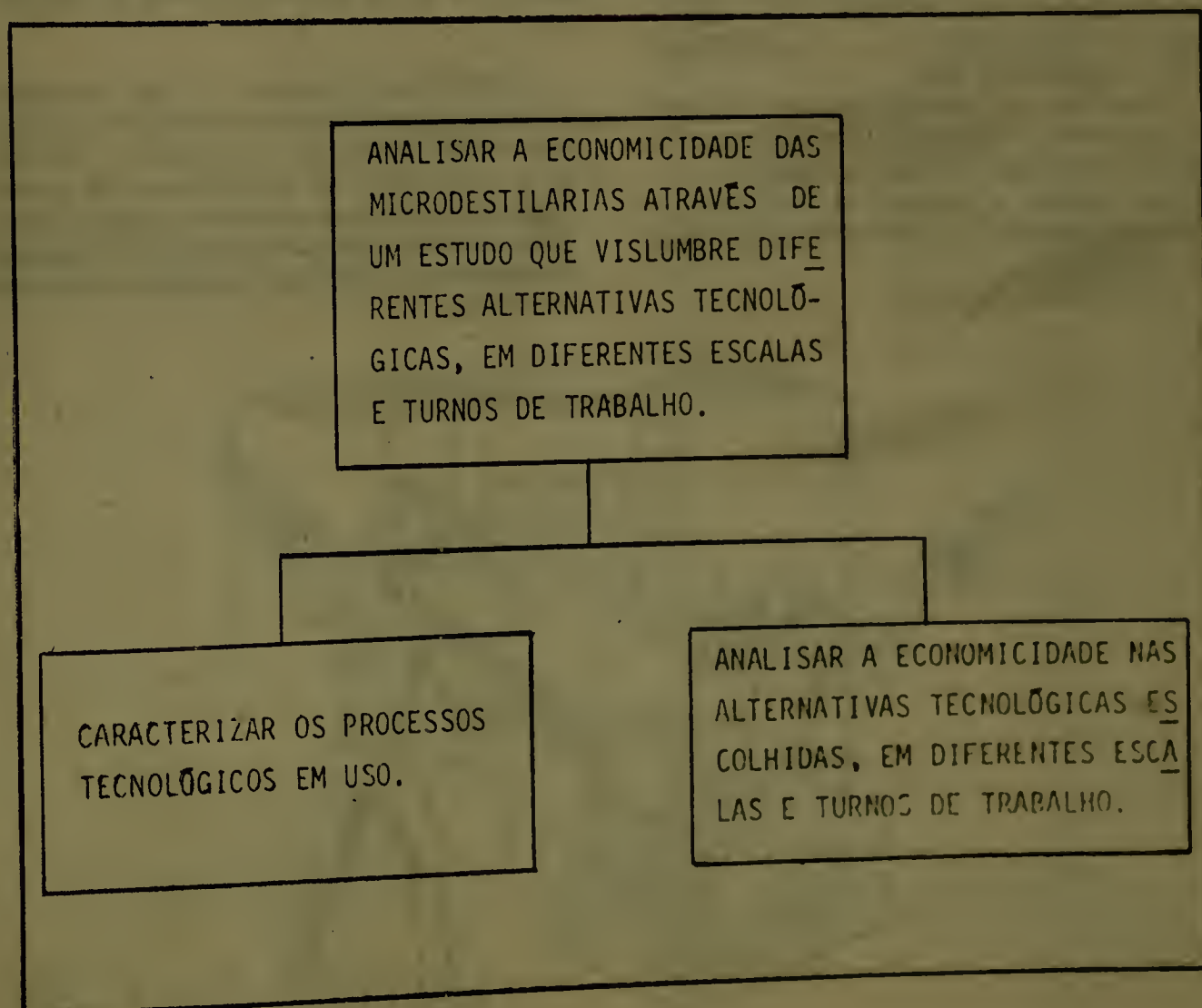



Fig. 2 – Árvore de objetivos do trabalho

forma de uma análise comparativa com o processo utilizado nas grandes destilarias comerciais hoje existentes. Será também apresentado um balanço energético e hidráulico do sistema a fim de se ter uma visão de suas necessidades de insumos e do volume de seus efluentes, em termos médios.

1. Processo Tecnológico

As operações básicas para a produção de álcool combustível numa microdestilaria, são bastante semelhantes a uma destilaria comercial, se se levar em conta somente as operações unitárias realizadas. As diferenças estão nos equipamentos adotados, que são, além de bastante simplificados, de dimensões muito menores. O que leva a concluir que as microdestilarias são uma simplificação tecnológica das unidades comerciais, visando às facilidades operacionais e ao baixo capital de investimento, cujo resultado é uma unidade industrial que pode ser compatível, em tamanho, com as necessidades de combustível de propriedades agrícolas, cooperativas, etc.

Para fins de estudo, pode-se agrupar os processos e operações das microdestilarias, da forma apresentada a seguir:

a) Recepção e descarregamento da cana
b) Extração do caldo
c) Tratamento do caldo
d) Fermentação
e) Destilação
f) Geração de calor
g) Sistema de águas

A Figura 3 apresenta o esquema geral de produção de álcool nas microdestilarias.

2. Recepção da Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar proveniente da lavoura é transportada à indústria através de caminhões ou carretas tracionadas por animal ou trator. Este sistema pouco difere, seja a indústria uma macro unidade ou uma micro unidade.

A seguir viria a operação de pesagem da cana-de-açúcar, que nas microdestilarias é desnecessária, por ser altamente onerosa.

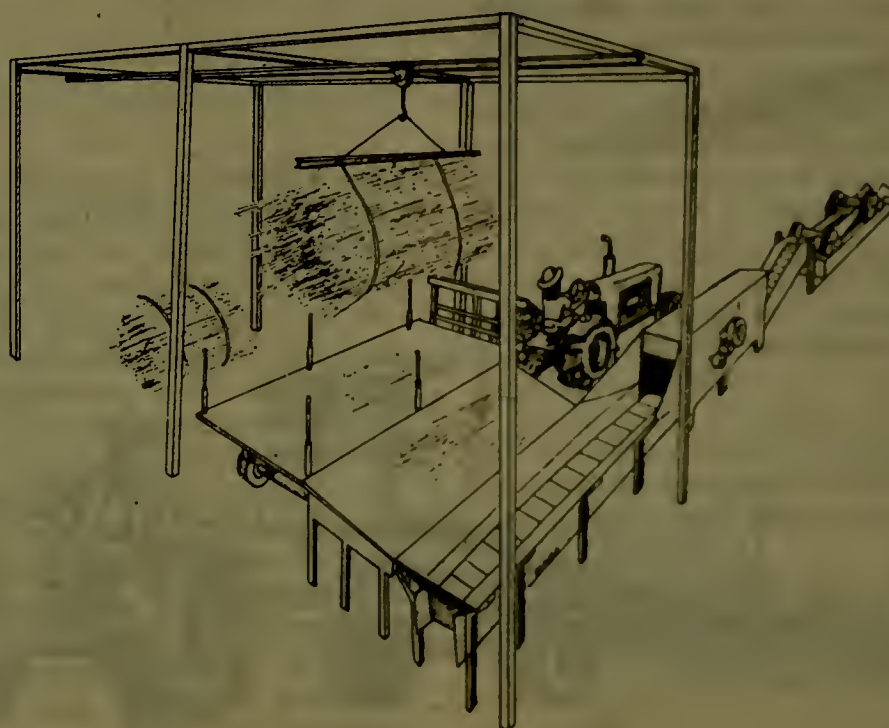
Os caminhões ou carretas ao chegarem ao pátio da indústria poderão ser descarregados de várias maneiras, como as seguintes:

a) descarga manual — um processo que não exige nenhum investimento adicional em equipamentos, mas tende a aumentar o contingente de mão-de-obra da indústria, além de ser demorado, o que provoca uma grande perda de tempo do veículo transportador, enquanto aguarda o descarregamento.

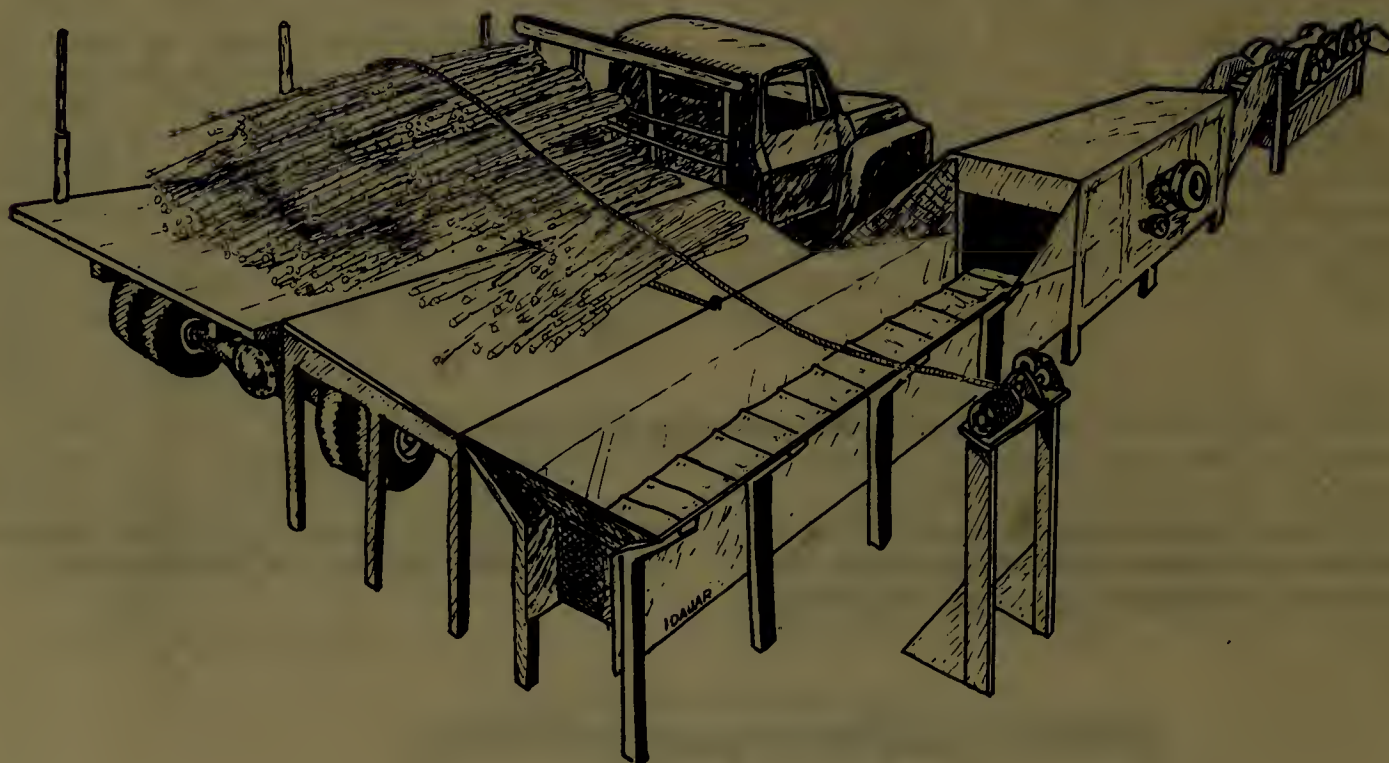
excesso de bagaço
bagaço
caldeira
vapor
fermento
nutrientes
ácido
cana
descarregamento
cominuição
extração
caldo
peneiramento
fermentação
água potável
vinho
álcool de segunda
álcool hidratado
retificação
flegma
destilação
vinhaça
óleo de fusel
água quente
água fria
flegmaça
fertirrigação
resfriamento de água
água de reposição

entrada
operação ou processo
Fluido intermediário
saída

Fig. 3 — Esquema geral de produção de álcool nas microdestilarias.

b) talha manual — exige poucos investimentos em equipamentos e é bastante prático. Tem a vantagem de liberar rapidamente o veículo, no entanto é limitado quanto a manipulação da cana já descaregada.

c) catraca de descarga lateral — consiste num mecanismo que retira lateralmente dos caminhões ou carretas os feixes de cana colocando-os numa mesa a altura da carroceria do transportador. É um processo barato, rápido e de fácil manuseio.

d) basculante de carreta — consiste num dispositivo que inclina a carreta até um certo ângulo que permite o deslizamento da carga para fora da carroceria. Este sistema exige carretas de construção especial e não parece tão prático.

e) descarga por trator com garra — sistema bastante prático, podendo a mesma máquina exercer outras funções no sistema agroindustrial, como carregar cana-de-açúcar ou o bagaço excedente. As desvantagens são o seu alto custo e a ociosidade que este equipamento sempre terá, pela grande capacidade operacional que estes equipamentos têm em relação ao regime de produção das microdestilarias. Outra desvantagem seria a exigência de mão-de-obra especializada para operar o trator.

3. Extração do Caldo

Seja nas microdestilarias como nas grandes unidades industriais, o processo de extração do caldo e de sacarose da cana, pode ser realizado por dois processos fundamentais:

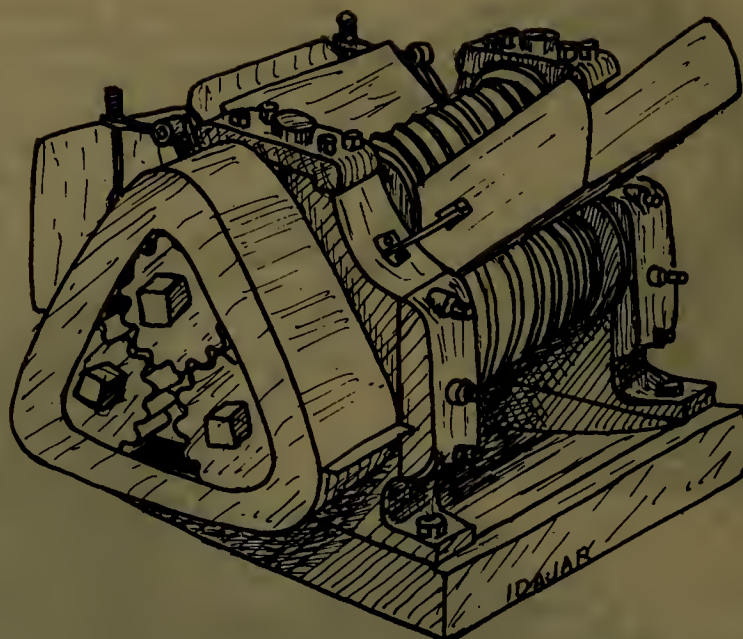
a) difusão
b) moagem

O processo de difusão contínua é bastante recente em sua utilização para cana-de-açúcar, pois data do início da década de 50, apesar de sua utilização em forma descontínua já ser adotada no final do século passado. Atualmente existem diversas pesquisas em andamento, a fim de adaptar os difusores às microdestilarias, apesar de não se possuir informações, até o momento, de um equipamento destes funcionando em regime contínuo de trabalho. Uma das firmas construtoras de microdestilarias possue um difusor em operação que ultimamente tem apresentado resultados animadores. As vantagens deste equipamento sobre as moendas seriam os altos valores de extração que eles apresentam, o que tornaria a eficiência das microdestilarias semelhante aos das grandes unidades industriais.

O processo de moagem de cana-de-açúcar para extração de sacarose é de domínio da humanidade há pelo menos meio milênio, quando surgiu na Sicilia. Em nosso País, as indústrias de açúcar e de álcool o utilizam na totalidade das instalações.

A tecnologia de produção de pequenas moendas, compatíveis com as microdestilarias, é de domínio público pois ela já é utilizada normalmente para outros tipos de atividades como a produção da "garapa" ou caldo de cana para o consumo humano ou animal e como componente de pequenos engenhos de aguardente e rapadura. Desta forma, já existe uma tecnologia disponível e largamente testada.

A extração do caldo por moagem pode ser realizada, levando em conta uma série de variáveis naturais do processo, entre as quais podem ser citadas as seguintes:

a) dimensão dos rolos;
b) pressão aplicada (moenda rígida ou com pressão hidráulica);
c) preparo da cana (a sua existência ou não);

d) existência de rolos auxiliares ao terno normal da moenda;
e) número de conjuntos de moagem.

Estas variáveis influem tanto na capacidade de moagem do conjunto como em sua extração de sacarose. As dimensões dos rolos têm uma marcante influência na capacidade de moagem do conjunto. A pressão aplicada na moenda funciona de maneira inversa à capacidade de moagem, ou seja, quanto maior a pressão, menor a capacidade de moagem, com uma influência direta na extração. O preparo da cana, ou seja, a sua desagregação em pedaços (cominuição) tem uma grande influência na capacidade de moagem dos conjuntos, visto que possibilita uma alimentação mais uniforme da moenda, além de influir também na extração da sacarose pelo fato de realizar uma prévia abertura das células da cana.

Os rolos auxiliares ao terno original tem como objetivo aumentar o número de compressões a ser realizado por conjunto, com influência significativa na extração e, em menor escala, na capacidade de moagem.

O número de ternos de moagem é um dos fatores que influem na extração de sacarose, podendo elevá-la a valores acima de 95% quando o número de ternos atinge um valor de 6. Nas microdestilarias, um grande número de ternos é antieconômico, sendo que os valores mais adotados não superam a 3 ternos. Ensaios com moendas de 4 rolos tem apresentado resultados animadores.

A Figura 4 permite visualizar as principais diferenças que ocorrem entre as duas situações.

4. Tratamento do Caldo

Esta fase industrial, que possue uma razoável complexidade na maioria das grandes destilarias, é praticamente inexistente nas microdestilarias.

Muitas das grandes unidades produtoras adotam um sistema de tratamento praticamente igual ao utilizado nas usinas de açúcar, que produzem o açúcar bruto, tipo demerara, diferindo apenas nos valores de pH adotados, que no caso destas últimas são bem mais elevados.

Enquanto nas microdestilarias o tratamento do caldo se resume em uma peneiragem para reduzir o seu teor de partículas mais grosseiras em suspensão, em especial o bagacinho, nas médias e grandes destilarias o processo é, como se afirmou anteriormente, bem mais sofisticado, como se pode observar na Figura 5.

Releva notar que, em muitas macrodestilarias o processo pode também ser mais simplificado. Estes casos ocorrem, principalmente, nas destilarias da região norte-nordeste do País.

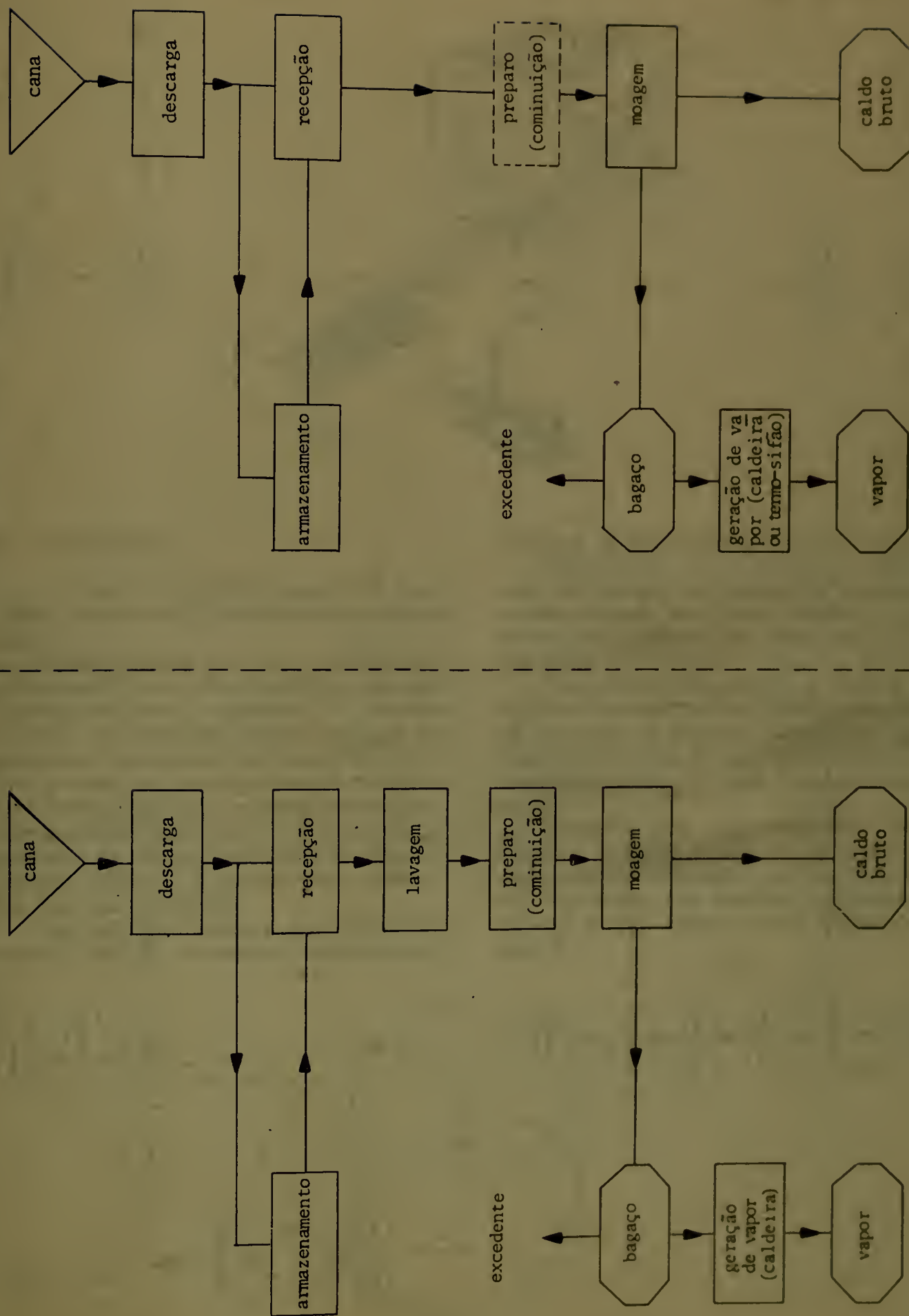



Fig. 4 — Esquemas comparativos de extração de caldo em função da escala de produção.

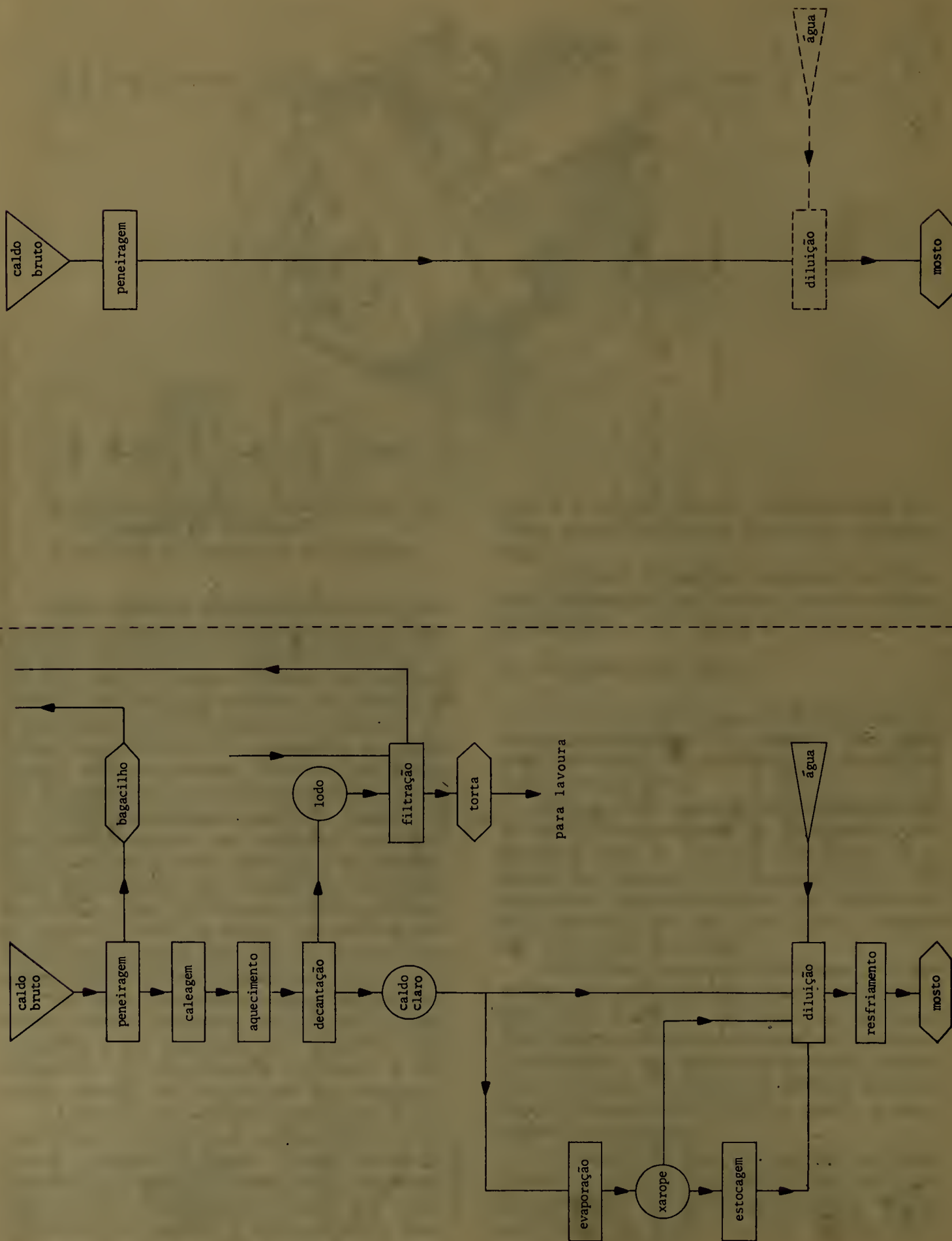
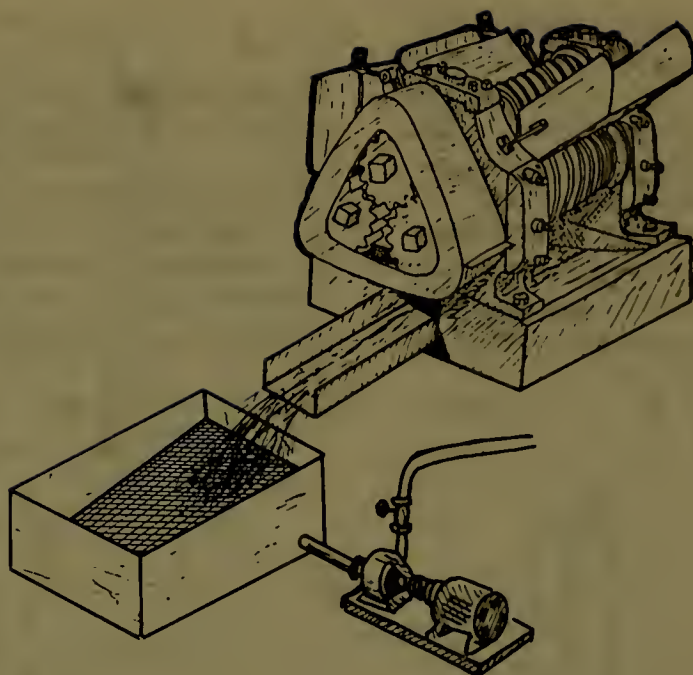



Fig. 5 — Esquema comparativo de sistemas de tratamento de caldo, em função da escala de produção.

5. Fermentação

O caldo extraído pela moenda é normalmente peneirado e encaminhado à fermentação.

Esta operação também é radicalmente simplificada nas microdestilarias, em relação às destilarias comerciais. O processo adotado se assemelha àqueles adotados nos pequenos engenhos de aguardente, onde não é realizada recuperação de fermento com tratamento, pelo processo Melle-Boinot, principalmente pelo fato da inexistência no mercado de centrífuga de vinho do porte necessário para os pequenos fluxos existentes nas microdestilarias.

Nas micros, o caldo é encaminhado às dornas, que são, na maioria, recipientes cilíndricos de aço-carbono, em geral abertas.

No início da safra a levedura é multiplicada até atingir um volume de suspensão, correspondente, em termos médios, a 20% do volume das dornas ou recipientes de fermentação.

Terminada a fermentação, o vinho é deixado em repouso por um determinado tempo, para que as leveduras possam se depositar no fundo das dornas, permitindo a sua re-utilização, em um novo ciclo de fermentação.

Infere-se, pois, que enquanto a separação do fermento é feita, nas grandes unidades, por centrifugação, nas micros é feita por decantação, num processo evidentemente mais barato, porém menos eficiente (Figura 6).

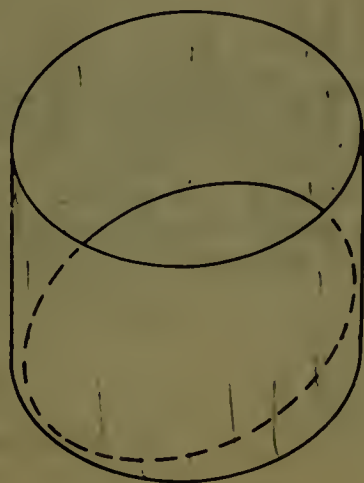
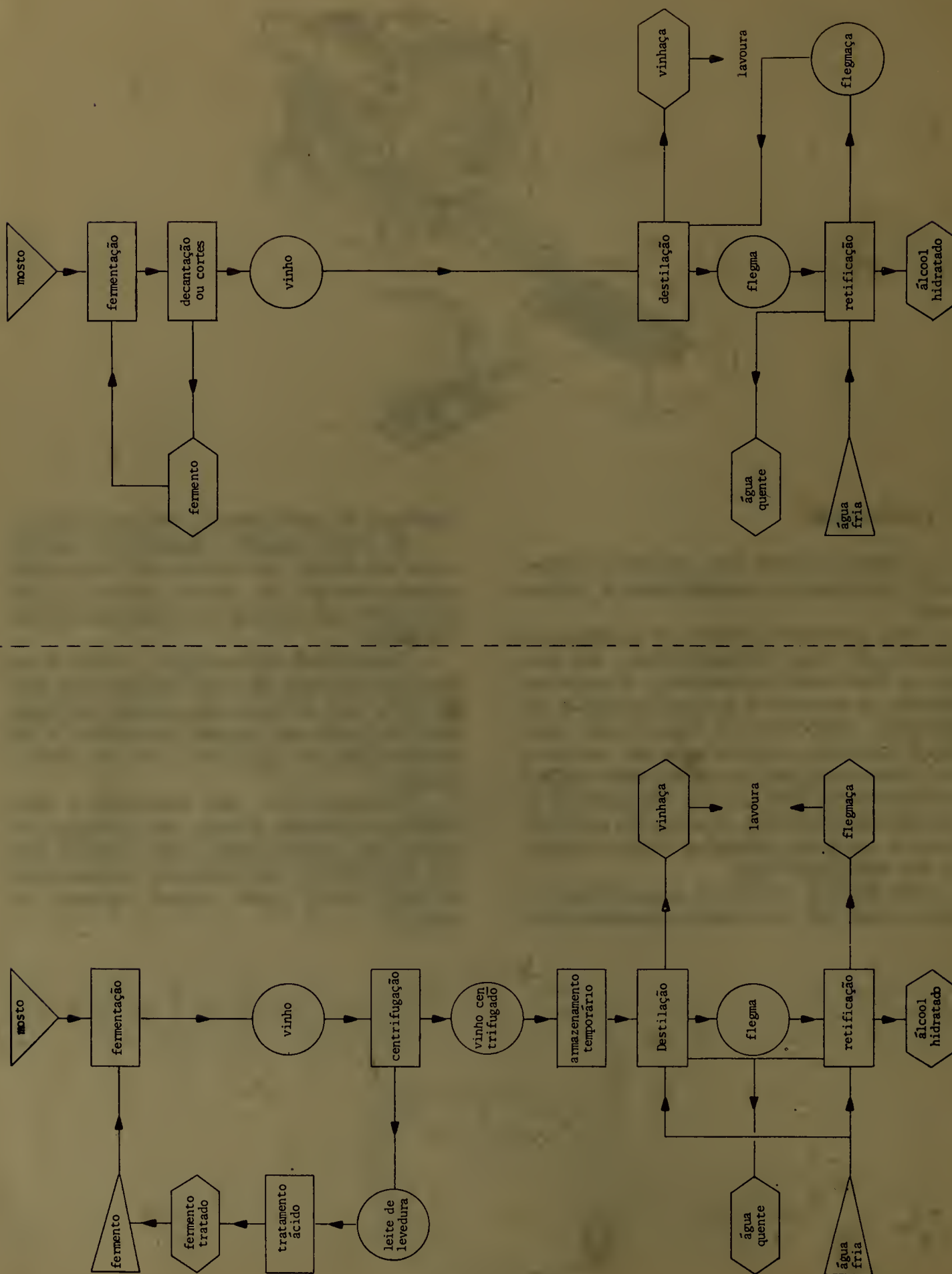
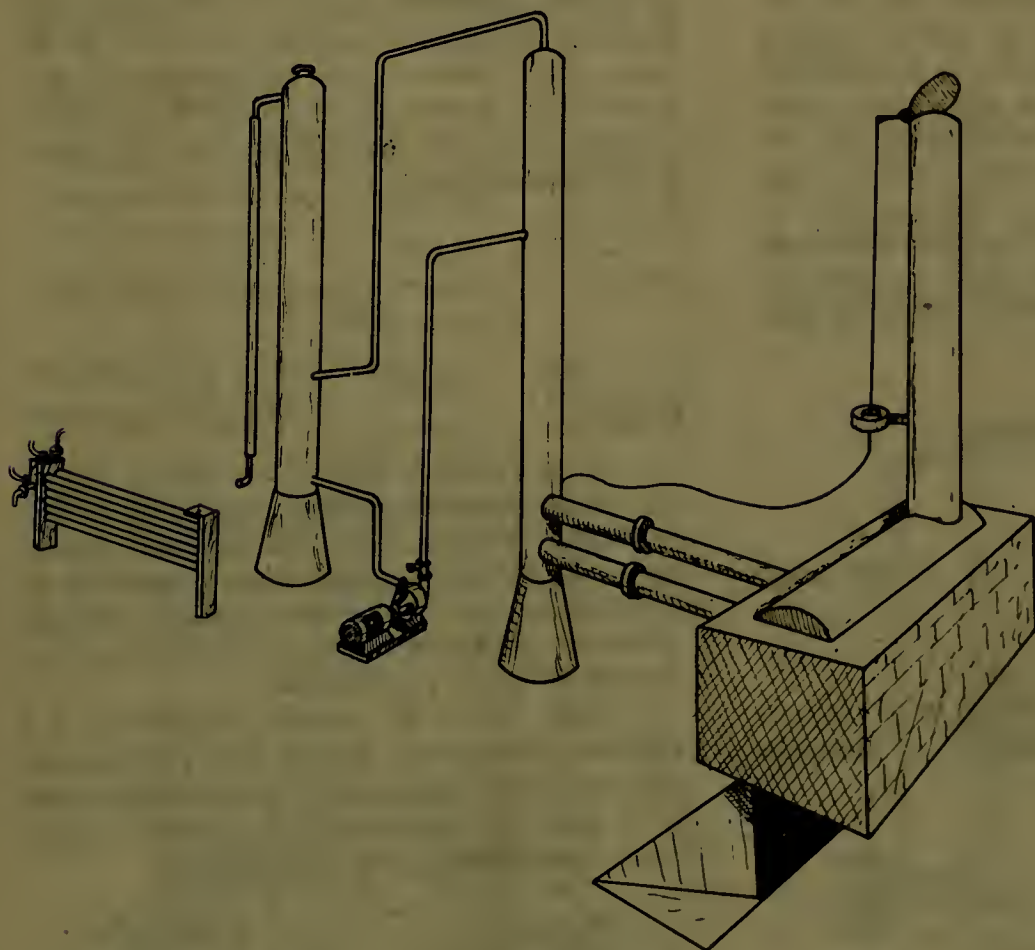



Fig. 6 — Esquemas comparativos dos sistemas de fermentação do caldo e destilação, em função da escala de produção.

6. Separação do Álcool

Primeiramente, convém lembrar que as microdestilarias existentes visam a produção do álcool hidratado.

A obtenção deste tipo de álcool, por via destilatória, é semelhante a realizada nas grandes destilarias. Contudo, o processo é, também aqui, simplificado, o que redunda muitas vezes, na separação de um produto com elevado teor de produtos secundários (alcoóis homólogos superiores, ésteres, aldeídos, etc.). Este fato decorre por via-de-regra de inexistência, nas colunas, de dispositivos para a separação de tais compostos.

Nas microdestilarias a separação do álcool é feita ou através de dois troncos de destilação, tronco de esgotamento e de retificação separados, ou em apenas um tronco com a dupla função referida.

As colunas de destilação nas microdestilarias podem ser do tipo clássico, com calotas, ou com recheio, contendo anéis de Rasching ou de Pall. Nas grandes unidades de destilação de álcool no Brasil as colunas com recheio não são utilizadas.

7. Balanço Energético

O consumo de energia nas micro se prende a dois grandes grupos:

a) Energia térmica para aquecimento da coluna de destilação.

b) Energia elétrica para acionamento da moenda, bombas e iluminação.

A energia térmica é fornecida pela queima do bagaço de cana ou lenha.

As necessidades térmicas para aquecimento da coluna são muito variáveis, visto que seu consumo é uma função do teor alcoólico do vinho, relação de refluxo, perdas por irradiação e convenção, e temperatura dos fluídos que entram e saem dela, bem como dos sistemas de recuperação de calor adotados. A grosso modo, pode-se estimar uma faixa de 2.200 a 3.300 kcal por litro de álcool produzido. Considerando que o poder calorífico inferior (PCI) do bagaço, pode ser estimado de maneira bastante exata pela fórmula abaixo:

$$PCI = 4.250 - 48{,}5\,W - 135$$

onde,

W = umidade do bagaço em % do peso úmido

S = pol do bagaço em °S

O bagaço produzido por 1 terno de moenda, possui aproximadamente a seguinte composição:

Umidade	60%
Fibra	30%
Sólidos dissolvidos	10%
Sacarose	8%

Substituindo os valores na fórmula de cálculo do PCI tem-se:

$$PCI = 4.250 - 48{,}5 \times 60 - 13 \times 8 = 1.236 \text{ kcal/kg}$$

Desta forma, o consumo do bagaço para operar a destilaria será de:

$$\text{Mínimo} = \frac{2.200}{1.236} = 1{,}78 \text{ kg/l álcool}$$

$$\text{Máximo} = \frac{3.300}{1.236} = 2{,}67 \text{ kg/l álcool}$$

O volume de bagaço formado, por tonelada de cana, considerando a fibra na cana de 12,5%, será:

$$\frac{1.000 \times 12{,}5}{30{,}0} = 416{,}7 \text{ kg/t cana}$$

Como a média é de 0,025 t/cana litro de álcool produzido, pode-se considerar que ter-se-ia 10,4 kg de bagaço por litro de álcool, o que leva a concluir finalmente que o consumo deverá se situar entre a seguinte faixa, para um rendimento de 55% sobre o PCI nas caldeiras:

$$\text{Mínimo} = \frac{1{,}78}{10{,}4 \times 0{,}55} \times 100 = 31{,}1\%$$

$$\text{Máximo} = \frac{2{,}67}{10{,}4 \times 0{,}55} \times 100 = 46{,}7\%$$

Disto pode-se concluir que uma microdestilaria com um terno de moenda, deverá ter excedentes de bagaço da ordem de 53 a 69%, ou seja, em média 60%, o que representa 254 kg de bagaço excelente por tonelada de cana processada.

Outra forma de energia necessária é a elétrica. Analisando alguns dos projetos de minidestilarias disponíveis, pode-se apresentar o seguinte valor médio em relação a este item, para o consumo de potência:

Moenda	5 HP/TCH
Bombeamento	1 HP/TCH
Iluminação	0,6 HP/TCH
TOTAL:	7,6 HP/TCH

Desta forma, por exemplo, uma minidestilaria que produz 100 litros/hora de álcool, deverá moer de 2,0 a 2,5 TCH (tonelada de cana por hora), tendo o seguinte consumo de potência, por exemplo:

$$2{,}5 \times 7{,}6 = 19 \text{ HP} \quad \text{ou} \quad 15{,}8 \text{ KVA}$$

Essa energia deverá ser comprada da Companhia de Energia Elétrica que atende à região.

8. Outros Insumos

Além do insumo energético, a microdestilaria necessita de água potável para as caldeiras, quando estas geram vapor efetivamente, bem como para limpeza das dornas e diluição do caldo quando necessário. Existe também um consumo de água não potável para os resfriadores, condensadores e lavagens em geral.

O consumo dessas águas é muito variável, podendo-se fazer a seguinte estimativa média:

ÁGUA POTÁVEL

Reposição nas caldeiras	120 l/TCH
Lavagem de dornas e diluição .	50 l/TCH
Consumo humano	25 l/hora

ÁGUA NÃO POTÁVEL

Resfriamento e condensação .	1.440 l/TCH
Lavagens diversas	160 l/TCH

A água não potável utilizada no resfriamento e condensação pode trabalhar em circuito fechado com um tanque de aspersão, o que torna possível seu reciclamento em grande parte.

RESERVATÓRIO DE ALCOOL

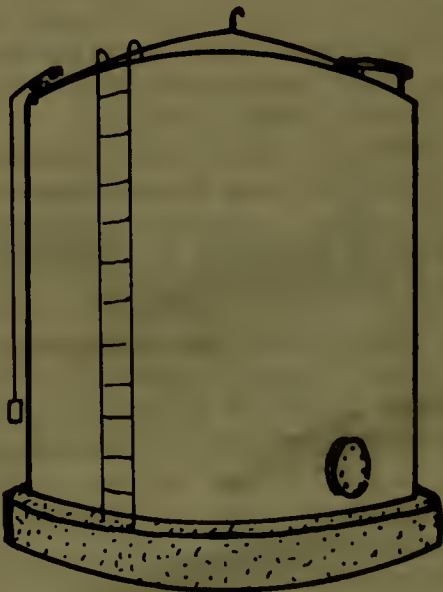
O álcool produzido durante a safra deve ser consumido gradualmente ao longo do ano inteiro, o que gera a necessidade de grandes reservatórios. O volume necessário para estes reservatórios pode ser calculado pela fórmula abaixo:

$$R = P\left(1 - \frac{t}{365}\right)$$

onde,

R = capacidade do reservatório de álcool (m^3)

P = produção anual de álcool (m^3/safra)

t = dias corridos de destilação

V. ANALISE DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS ESCOLHIDAS

1. Considerações Preliminares

Neste capítulo procura-se estudar, através da metodologia de análise de investimentos, a viabilidade econômica de determinadas alternativas consideradas tecnicamente exequíveis pelas informações atual-

mente disponíveis. O procedimento básico consistiu em escolher, dentre as diversas firmas existentes no mercado, aquelas que apresentassem conjuntos de fabricação ("pacotes") representativos das linhas de produção com maior aceitação no comércio incipiente de equipamentos para microdestilarias. Sobre a estrutura de base que trabalham as duas firmas finalmente escolhidas, procedeu-se a alterações, na medida em que alguns pontos de operacionalização presentes no conjunto posto a venda não satisfaziam às condições idealizadas para o estudo; entretanto, tais pontos são marginais frente ao todo da unidade produtiva. Importa enfatizar que nenhuma das alternativas escolhidas correspondem **rigidamente** a qualquer linha de produção que vem sendo comercializada, não contendo, em contrapartida, nenhuma responsabilidade das firmas quanto ao seu caráter operacional. Este aspecto, aliás, talvez seja o ponto menos abordado nas publicações que se tem sobre microdestilarias, tanto nas de cunho privado como institucional, mas que se constitue num dos mais importantes para a exequibilidade técnica dessas unidades.

Escolheu-se, desse modo, duas estratégias tecnológicas que se distinguem principalmente quanto a extração pelo processo tradicional de moendas. As estratégias vem resumidas a seguir (Tabela 1):

cartando-se a alternativa oferecida pelo uso de difusores, que se apresenta hoje muito mais como uma possibilidade futura do que propriamente como uma posibilidade real, devido aos problemas que tal escolha envolve, principalmente relacionados com a maior sofistificação e cuidos no seu manejo, condições imponderáveis atualmente no contexto de microdestilarias. Da mesma forma, qualquer processo de tratamento do caldo bem como processos fermentativos diversos daquele por batelada (fermentação contínua, por exemplo), não seriam aconselháveis quando não se possui sequer informações seguras, do uso corrente, sobre estes escolhidos. Quanto à destilação, a distinção entre coluna de recheio e coluna de bandeja é uma realidade razoavelmente testada, cujas diferenças ficam por conta dos preços unitários correspondentes já em execução comercialmente e da facilidade de operação (a coluna de recheio tem problemas maiores de incrustrações obrigando a utilização mais freqüente de material para limpeza, no caso da soda); isto sem entrar no mérito de rendimento e da vida útil de cada um desses componentes, considerados como os mesmos, para efeito deste trabalho, suposição que terá também que ser provada com o funcionamento em regime das microdestilarias. O fornecimento de calor é diferenciado em cada uma das alternativas tecnológicas entre o "termo-sifão" e caldeira; nesse caso adotou-se critério semelhante utilizado em destilação, ou seja, rendimento e vida útil são iguais, para efeito do trabalho, embora saiba-se que a caldeira oferece maior flexibilidade se se pensar em aproveitar a ener-

Tabela 1. Características das Estratégias Tecnológicas.

FASE DO PROCESSO	ESTRATÉGIA "A"	ESTRATÉGIA "B"
Extração	um terno de moenda	dois ternos de moenda
Tratamento do caldo		-
Fermentação	batelada	batelada
Destilação	coluna de recheio	coluna de bandeja
Fornecimento de calor	"termo-sifão"	caldeira

Em capítulo anterior já se teve oportunidade de mencionar, a cada etapa de produção, as principais características do estágio atual da tecnologia disponível. Dentro dessa perspectiva é que se convencionou trabalhar com as moendas tradicionais, des-

gia eventualmente em excesso para acionar máquinas a vapor, onde não se dispuser de energia elétrica para o acionamento de moendas.

Outras informações foram necessárias, em termos gerais, para se contemplar aquelas alternativas mais interessantes do ponto de vista técnico-operacional, principalmente em relação a variáveis como turnos de serviço e escalas de produção, que modificam marcadamente o perfil de rentabilidade e de operação das microdestilarias. Assim, idealizou-se as seguintes alternativas (Tabela 2):

moenda). Neste ponto é que se distinguem mais nitidamente as diferenças de tecnologias; trata-se da comparação técnica por excelência.

c) Entre III e IV = escala de produção (100 litros/hora × 200 litros/hora).

É evidente que restariam alternativas que não foram contempladas, mas isto tornou-se inevitável porque, caso se passe a considerar todas as variáveis envolvidas, as combinações atingiriam tal número que contribuiriam menos para o entendimento do

Tabela 2. Alternativas escolhidas para a análise de viabilidade.

Alternativa Escolhida	Estratégia Tecnológica	Produção (litros/dia)	Turnos (horas)	Escala (litros/hora)
I	A	1.200	12	100
II	A	2.500	24	100
III	B	2.500	24	100
IV	B	5.000	24	200

A rigor ter-se-ia, para as alternativas II e III, uma produção de 2.400 litros/dia, e para a alternativa IV, produção de 4.800 litros/dia. Mas, segundo consenso da maioria dos fabricantes, trabalhando-se continuamente os aparelhos de destilação, estes conseguem ultrapassar sua capacidade nominal instalada. A alternativa I permaneceu fiel ao dimensionamento em vista de que espera-se maior flexibilidade nas operações, sem rigidez das 12 horas planejadas.

As alternativas escolhidas seguem um esquema que parte da considerada mais simples para atingir níveis mais elevados de complexidade, de modo a que, a cada mudança, haja traços tecnológicos, ou de operação, marcantemente distintos. As principais diferenças, em resumo, são:

a) Entre I e II = número de horas trabalhadas (12 horas × 24 horas). Além disso, ver-se-á adiante que foram necessárias outras adaptações, descritas oportunamente.

b) Entre II e III = estratégia tecnológica (um terno de moenda × dois ternos de

trabalho do que para uma comparação que, em última análise, é desnecessária. Dentro deste mesmo raciocínio é que julgou-se razoável a admissão de determinadas pressuposições que possibilitassem estudar com maior profundidade o núcleo da questão sobre microdestilarias, isento de temas complementares, que serão, no entanto, retomados criticamente no capítulo seguinte. Nesse sentido, os pressupostos assumidos nesta parte do estudo, encontram-se relacionados a seguir:

1) Microdestilarias localizadas no Estado de São Paulo, como marco de referência para preços de insumos, equipamentos, estrutura de produção, etc.;

2) As microdestilarias são instaladas em local que dispõe de energia elétrica para acionamento da moenda e para outros usos na unidade industrial;

3) Não se fará nenhum tipo de integração entre a microdestilaria e a infraestrutura com que contaria a propriedade agríco-

la, com exceção da parte referente à produção de matéria-prima. Quer dizer, vai-se admitir que a fase industrial necessita ser totalmente instalada, mas que a fase agrícola encontra-se já servida para a produção de cana;

4) Na fase agrícola de produção não se fará previsões idealizadas de alternativas tecnológicas, além de apenas considerar-se exclusivamente a cana-de-açúcar como matéria-prima;

5) Os possíveis benefícios que podem ser gerados pelos subprodutos não serão levados em conta explicitamente (sobra de bagaço, vinhaça e óleo de fúsel).

Dessa forma, não se discutirá, nessa parte do trabalho, problemas associados ao destino do produto gerado, se para auto-consumo ou com vistas à comercialização, implicações sociais de um programa baseado em microdestilarias, possibilidades de integração dentro da propriedade, localização espacial da produção no território nacional, e outros temas pertinentes, reservados para uma discussão no capítulo subseqüente, ainda que de maneira preliminar, apenas com o propósito de ampliar o debate sobre microdestilarias.

2. Custos e Operação

2.1. Custos de Investimento e Implicações Técnicas

A partir das considerações anteriores, o procedimento adotado foi o de inicialmente realizar o levantamento de preços para os investimentos necessários junto às firmas escolhidas — e também preços dos equipamentos acessórios ou trocados que complementaram os "pacotes" originais — cujos itens são especificados na Tabela 3.

Neste ponto cabem algumas explicações quanto às restantes diferenças entre equipamentos e operações que distinguem as alternativas, além daquelas já citadas anteriormente. Em primeiro lugar, há a questão da descarga de cana. Aparentemente, trata-se de algo que não apresenta maiores problemas, entretanto é preciso cuidar também desse aspecto, principalmente em termos operacionais. Neste estudo, a descarga de cana é manual para a alternativa I, enquanto que, para as demais alternativas, foi idealizado um sistema misto, que se utiliza de uma talha móvel em trilhos, de cinco toneladas. que realiza a descarga da cana do caminhão ou carreta por meio de mecanismo de tração manual auxiliado por cabos de aço. Esta operação é realizada durante o período diurno, servindo tanto para a alimentação normal da moenda (nesse caso, a cana é depositada numa plataforma de recepção, de onde é conduzida à esteira de alimentação através do trabalho de um homem), como para o armazenamento de cana a ser esmagada durante a noite (nesse caso, a cana é depositada num pátio de armazenagem).

No período noturno, a cana é transportada do pátio à plataforma por uma carregadeira, que de dia opera no trabalho de campo realizando sua função normal; a carregadeira ainda pode ser útil, sofrendo ligeira adaptação no rastelo, para outros serviços, como manejar o bagaço em excesso que vai acumular-se depois de algum tempo de funcionamento da microdestilaria. Existem, é claro, outras maneiras de realizar a descarga de cana, mas a preocupação quando se fez as adaptações em torno dos "pacotes" comerciais foi a de interferir o mínimo possível com o "lay-out" do projeto original, e essa preocupação esteve presente sempre que se pensou em alguma alteração, o que não exclui naturalmente a possibilidade de outras soluções.

Em segundo lugar, tem-se o aspecto do preparo da cana. Do mesmo modo, a única alternativa que diverge das demais é novamente a alternativa I, que não possui nenhum preparo de cana. Nas demais alternativas, o preparo é realizado por um conjunto de facas localizado na parte intermediária de uma esteira de alimentação, que dá acesso do material preparado à moenda, através de esteira complementar inclinada. Registre-se que o bagaço resultante do esmagamento é conduzido à caldeira por outra esteira auxiliar, depositando ali uma parte correspondente do mesmo, enquanto o restante é encaminhado para uma área qualquer de depósito, fora da estrutura de construção da unidade, onde pode ser manejado pela carregadeira dotada de rastelo adaptado para arrastar o bagaço desintegrado.

Tabela 3. Custos de investimento das alternativas, valores em cruzeiros de novembro/81.

ITENS	ALTERNATIVAS			
	I	II	III	IV
Descarga de Cana	–	200.000,00	200.000,00	200.000,00
Moagem	2.000.000,00	6.500.000,00	10.125.000,00	12.150.000,00
Peneira	–	350.000,00	390.000,00	390.000,00
Dornas	730.000,00	730.000,00	970.500,00	1.885.000,00
Caldeira	760.000,00	760.000,00	1.290.000,00	2.250.000,00
Coluna	3.880.000,00	3.880.000,00	1.700.000,00	2.650.000,00
Bombas e Tubulações	395.000,00	395.000,00	387.800,00	415.000,00
Reservatório de Álcool	1.000.000,00	1.000.000,00	1.000.000,00	1.500.000,00
Montagem	350.000,00	350.000,00	2.100.000,00	2.100.000,00
Obra Civil	850.000,00	850.000,00	2.596.200,00	3.300.000,00
Instalação Elétrica	385.000,00	385.000,00	865.500,00	1.110.000,00
Frete	150.000,00	200.000,00	375.000,00	450.000,00
Total	10.500.000,00	15.600.000,00	22.000.000,00	28.400.000,00

Fonte: Coleta junto a firmas especializadas do mercado.

Em terceiro lugar, as dimensões das moendas são distintas: na alternativa I, utilizou-se da moenda já integrada ao projeto original da firma de 13" x 16"; as alternativas II e III possuem moendas 13" x 18" (foi necessário, no caso, modificação no projeto original da alternativa II); e na alternativa IV, os dois ternos de moenda são 14" x 20". Além disso, com exceção da alternativa I, que trabalha com moenda de abertura rígida, as demais alternativas possuem um dispositivo hidráulico com a finalidade de absorver maiores e irregulares contingentes de cana a cada vez, através de abertura flexível, mas mantendo sempre uma pressão constante de esmagamento, como utilizado nas unidades de grande escala. Tais alterações se tornaram necessárias uma vez que, em vista das quantidades de cana calculadas para cada caso, foi preciso compatibilizá-las com a capacidade ideal de esmagamento das moendas utilizadas.

Na parte referente ao tratamento do caldo, viu-se que não foi idealizado nenhum tratamento para qualquer das alternativas escolhidas, com exceção de uma peneira que figura em II. III e IV, sendo que a alternativa I não dispõe desse equipamento, com a limpeza do caldo feita de um modo rudimentar.

O fornecimento de calor é realizado por dois sistemas diferentes: o chamado "termo-sifão" (alternativas I e II, que constituem a estratégia tecnológica "A") e caldeira (alternativas III e IV, que constituem a estratégia tecnológica "B"), aos quais já se fez referência. O primeiro sistema utiliza a vinhaça, que é aquecida diretamente, trocando calor com o vinho; no segundo sistema, aquece-se água potável, que produz o vapor necessário ao aquecimento da base da coluna. Os problemas de durabilidade, preços e eficiência se interagem para resultar na escolha mais favorável, a se verificar concretamente apenas algum tempo após a operação em regime; neste trabalho, adotou-se o procedimento de utilizar os preços cedidos independentemente pelos fabricantes, tomando-se como suficientes suprimento de calor necessário e rendimentos.

A fermentação é realizada por batelada, com tratamento do pé-de-cuba feito com ácido sulfúrico. em todas as alternativas. Existe a possibilidade de usar-se antibióti-

cos (penicilina ácida), que não foram, no entanto, considerados para este trabalho, em razão de que são produtos caros e esperando-se que não ocorram problemas freqüentes de contaminação quando se opera com cuidados mínimos que se deve esperar. Existe uma distinção nessa etapa, porquanto o número de dornas bem como seu dimensionamento são diferentes conforme as estratégias tecnológicas "A" (alternativas I e II, 6 dornas com capacidade de 7,5 m³ cada uma) e "B" (alternativas III e IV, 10 dornas com capacidade de 3 m³ e 6 m³, respectivamente). Seguindo-se a regra de alterar o mínimo o estabelecido pelos fabricantes quanto ao desenho de seus modelos, tem-se que, conforme o nível de operacionalização conseguido, resultará em maior ou menor ociosidade das dornas, dependendo também da velocidade admitida da fermentação.

A velocidade de fermentação foi fixada ao todo, em 24 horas, incluindo o tempo de enchimento das dornas e do tratamento do pé-de-cuba, resultando em aproximadamente 18 horas de fermentação propriamente dita. O esquema foi concebido de modo a que os trabalhadores tenham dois dias de folga por semana, com os responsáveis pela moagem não trabalhando sábado e domingo e aqueles pela destilação folgando domingo e segunda-feira, isto é, aos domingos a unidade permanece parada, segunda-feira realiza-se a moagem e o enchimento das dornas e aos sábados faz-se apenas a destilação, com os quatro dias restantes da semana em operação normal, resultando ao todo em cinco dias por semana de operação efetiva.

Deve-se ter em conta que, na alternativa I, aproximadamente a metade da capacidade das dornas ficará ociosa, mas como a unidade está dimensionada para produzir .. 2.500 litros/dia, não havia sentido em diminuir apenas o número ou capacidade das dornas, mesmo porque, a partir de uma eventual disposição em operar a plena carga, tudo já estaria ajustado. A inclusão de uma alternativa que trabalha a metado do tempo justifica-se em função dos limites impostos pela capacidade de absorção de todo o álcool produzido, no caso de haver auto-consumo.

Existem outras opções, em termos de fermentação, que não foram consideradas pelos mesmos motivos de não comprometer o projeto original, como por exemplo, o uso de dornas volantes, que poderia perfeitamente simplificar a operação, tornando-a inclusive mais flexível. A dorna volante, no caso, seria de maior utilidade quando se utiliza o processo Melle-Boinot de recuperação de leveduras, e destina-se a armazenar o vinho centrifugado à espera de adentrar no processo de destilação. Este é o processo normal utilizado nas grandes destilarias e com alguma adaptação poderia também ser usado nas pequenas unidades, com o inconveniente de encarecer os custos de investimento; o caso em foco, com tratameto do pé-de-cuba, após a decantação, o uso de dornas volantes não faz muito sentido, a não ser em situações especiais.

Outro aspecto importante com respeito à fermentação é que o número de dornas, conforme dimensionado na estratégia "B", segundo cálculos efetuados com base num teor alcoólico médio do vinho (7%) resultante da fermentação, não teria capacidade para produção de 24 horas ininterruptas, necessitando de ou aumentar o número de dornas ou sua capacidade individual, para que sejam compatíveis com a produção esperada.

O processo de destilação também já foi objeto de comentários anteriores. As colunas de destilação e retificação utilizadas diferem por ser de enchimento ou recheio e de calota e bandeja. Acrescenta-se apenas que, nas colunas de enchimento, principalmente a de destilação, estas apresentam maiores problemas de incrustações, levando à necessidade de freqüentes limpezas com soda, que podem tumultuar a operação normal da destilaria, além de não possuírem preços compensadores quando comparadas com sua equivalente, nos casos analisados.

Quanto aos reservatórios de álcool, fez-se alterações na medida em que a capacidade de armazenagem do álcool nos projetos originais estavam aquém do especificado se estas unidades fossem comercializar o álcool produzido. Desse modo, calculou-se uma capacidade de tancagem atendendo aos requisitos atuais do CNP, e imputou-se esse investimento nas alternativas escolhidas.

Finalmente, cabem alguns comentários adicionais sobre a forma como tem se comportado o mercado frente à fabricação de equipamentos para microdestilarias, com ba-

se em inferências derivadas de observações feitas durante o desenvolvimento do trabalho. Se se coteja preços componente a componente, nota-se que há, muitas vezes, diferenças injustificáveis entre os mesmos, do ponto de vista exclusivamente comparativo, além do fato já comentado de que alguns dos equipamentos que compõem a microdestilaria não se ajustam ao modelo de produção, e também que existe pouca preocupação com os aspectos operacionais do funcionamento **a posteriori** da unidade. Isto talvez tenha uma explicação dado o pouco tempo de desenvolvimento das microdestilarias, mas é um ponto que deve ser melhor cuidado, a partir da implantação, em ritmo mais acelerado do que vem ocorrendo, a ser originado com o provável reconhecimento de um programa institucional ao abrigo do PROÁLCOOL, por exemplo. A produção em série de grande número dessas unidades, ao lado da competitividade que vai se impor, provavelmente devem fazer baixar os custos de investimento, relativos aos praticados na atualidade e contribuir para a correção de eventuais distorções hoje existentes.

2.2 Custos Operacionais

O passo seguinte foi proceder ao cálculo dos custos operacionais que incidem sobre o processo de produção de álcool nas microdestilarias, para cada uma das alternativas escolhidas, o que vem especificado na Tabela 4.

Os preços foram tomados no mês de novembro de 1981, quando a ORTN valia Cr$ 1.310,04, que é fornecida para fins comparativos numa economia inflacionária, em que os preços absolutos perdem valor rapidamente, supondo-se que o crescimento no valor das ORTNs acompanhe aproximadamente a taxa de inflação. Algumas explicações sobre os itens de custos vem a seguir.

Matéria-Prima

A matéria-prima para a destilaria teve um custo considerado de Cr$ 1.261,60 por tonelada de cana posta na destilaria, o que representa 65% do preço oficial da cana na esteira, segundo o Ato n.º 32/81, de 02 de outubro de 1981, do Instituto do Açúcar e do

Tabela 4. Custos operacionais de Produção e por litro de Álcool nas Alternativas e participação dos diversos itens no total, valores em cruzeiros de novembro/81.

ITENS	ALTERNATIVA I		ALTERNATIVA II		ALTERNATIVA III		ALTERNATIVA IV	
	Cr$	%	Cr$	%	Cr$	%	Cr$	%
CUSTOS OPERACIONAIS								
DIRETOS								
1. Matéria-Prima	5.103.172,00	62,61	9.112.536,80	64,50	7.974.573,60	58,73	15.947.886,00	66,52
2. Mão-de-Obra	1.476.157,10	18,11	2.440.580,30	17,28	2.440.580,30	17,97	3.539.496,50	14,76
3. Carregadeira	-	--	202.086,00	1,43	202.086,00	1,49	404.172,00	1,69
4. Drogas e Reagentes	38.246,10	0,47	79.679,40	0,56	66.179,40	0,49	132.358,80	0,55
5. Energia Elétrica	196.748,50	2,42	231.157,30	1,64	231.157,30	1,70	385.262,20	1,61
6. Despesas Gerais	171.115,10	2,10	295.350,30	2,09	294.000,30	2,16	446.128,90	1,86
7. Manutenção	200.000,00	2,45	301.000,00	2,13	390.500,00	2,68	516.980,00	2,16
SUBTOTAL 1	7.185.438,80	88,16	12.662.390,10	89,63	11.599.076,90	85,42	21.372.284,40	89,15
INDIRETOS								
8. Depreciação	596.284,00	7,31	902.617,00	6,39	1.232.649,00	9,08	1.588.707,00	6,63
9. Juros	368.890,00	4,53	562.967,90	3,98	746.993,10	5,50	1.012.292,10	4,22
SUBTOTAL 2	965.174,00	11,84	1.465.584,90	10,37	1.979.642,10	14,58	2.600.999,10	10,85
TOTAL	8.150.612,80	100,00	14.127.975,00	100,00	13.578.719,00	100,00	23.973.283,50	100,00
Cr$/litro de Álcool	45,28		37,68		36,21		31,96	

Álcool. Neste caso, adotou-se o procedimento de simples variação a menor em relação ao preço oficial, considerando-se que: (a) a produção de cana é inteiramente de origem própria, (b) que a produção de cana própria teria um custo abaixo do preço pago a terceiros, se fosse o caso, principalmente devido à minimização dos custos de transporte, e (c) que não havia interesse nem razões imperiosas para se fixar em alternativas diversas na tecnologia agrícola, que não é propriamente objetivo do trabalho. Restam algumas dúvidas quanto ao pagamento ou não de determinados impostos e taxas que incidem sobre o preço da cana, mas trata-se de algo que seria coberto fazendo-se variar mais vezes o custo em torno do preço oficial, em três níveis a menor, por exemplo, mas por fim decidiu-se arbitrariamente por um preço único com base em algumas considerações mistas de cunho racional e intuitivo, inclusive consulta à bibliografia.

A necessidade de matéria-prima para a indústria é função dos teores de açúcares presentes na cana e da eficiência industrial.

Os açúcares presentes na cana são constituídos de sacarose, que é predominante, e glicose e frutose, em menor proporção. As reações químicas que ocorrem durante o processo de fermentação do caldo, ou seja, a inversão da sacarose, desdobrando-se em hexoses, e a conversão desses monossacarídeos em bióxido de carbono e álcool, resultam numa produção de 0,6435 litros de etanol absoluto a 15°C por quilograma de hexose, denominado rendimeinto Gay-Lussac. O rendimento Pasteur, mais comumente utilizado nas indústrias, corresponde a 95% do anterior, portanto, de 0,6113 litros de álcool por quilograma de hexose, nas mesmas condições. Os açúcares redutores totais (ART) presentes na cana é a soma da sacarose convertida em hexoses mais os seus açúcares redutores originais (glucose e frutose), segundo:

$$ART = (\%\ sacarose) \times 1{,}05 + \text{açúcares redutores}$$

Então, o álcool provável na cana seria expresso como:

$$\text{Litros de álcool provável na cana} = 0{,}6113 \times \text{kg de ART}$$

Mas este cálculo não expressa as condições reais de uma destilaria, visto que no processo existem perdas que podem se agrupar em três estágios a saber:

Rendimento de extração .... a_e

Rendimento de fermentação .... a_f

Rendimento de destilação .... a_d

Considerando que o teor de ART seja grosseiramente de 10% superior ao da sacarose, tem-se que:

$$\text{Litros de álcool} = 1{,}1\ (\%\ sacarose) \times 6{,}113 \times a_e \times a_f \times a_d$$

Este é o rendimento em álcool absoluto. Para obter-se o rendimento em álcool hidratado a 94° INPM (20°C) basta multiplicar o resultado por $\frac{1}{0{,}94} = 1{,}06383$. Dessa forma, chega-se à expressão que fornece a eficiência global da destilaria, em função de quatro variáveis: o teor de açúcar na cana e três valores de eficiência do processo. Neste trabalho, adotou-se os valores que constam da Tabela 5.

Vê-se, pois, que a variável efetivamente considerada foi o rendimento de extração, enquanto o teor de sacarose (ou pol % cana) foi fixo em 13,5%, implicitamente admitido 0,67% de açúcares redutores médios, e constantes também os rendimentos de fermentação e destilação para todas as alternativas.

As quantidades de matéria-prima foram calculadas considerando-se um período de safra de 210 dias, correspondendo a 180 dias corridos sem contar as folgas, de que resultou os 150 dias efetivos admitidos, descontadas as paradas fortuitas. Para o Estado de São Paulo, este período poderia estar compreendido nos meses de maio a novembro, inclusive| A necessidade de cana e áreas correspondentes para as diversas alternativas, considerando-se um rendimento agrícola médio de 70 toneladas por hectare de corte (equivalente a 56 toneladas por hectare cultivado, supondo-se produtividades agrícolas de 90, 75, 65 e 50 toneladas por

Tabela 5. Valores considerados para o cálculo de rendimento industrial para as alternativas escolhidas.

ALTERNATIVA	TEOR DE SACAROSE (%)	a_e (%)	a_f (%)	a_d (%)
I	13,5	60	80	96
II	13,5	70	80	96
III	13,5	80	80	96
IV	13,5	80	80	96

Tabela 6. Necessidade de matéria-prima e área para as alternativas estudadas.

Alter-nativa	Álcool		Cana		Área	
	Rendimento ℓ/t	Produção ℓ/dia	t/dia	t/safra	Corte ha	Cultivada ha
I	44,50	1.200	26,97	4.045	57,8	72,5
II	51,92	2.500	48,15	7.223	103,2	129,0
III	59,33	2.500	42,14	6.321	90,3	113,0
IV	59,33	5.000	84,27	12.641	180,6	226,0

hectare, respectivamente para o 1.º, 2.º 3.º e 4.º corte), o teor de açúcar médio da cana-de-açúcar e os rendimentos industriais presumidos, encontram-se na Tabela 6.

Fez-se a suposição de que, mesmo a partir do primeiro ano de funcionamento das microdestilarias, estas estariam servidas com todo o contingente de cana necessário. Para tanto, teve-se que admitir um ligeiro desbalanceamento no número de cortes previstos para a parte agrícola, o que não alteraria substancialmente qualquer trabalho operacional, ainda mais em se tratando de pequenas áreas. O fato de contar-se com a totalidade da matéria-prima a partir do primeiro ano torna-se possível porque a produtividade da cana-planta é maior, e além daqueles fatores já mencionados — o desbalanceamento inicial no número previsto de cortes e a pequena dimensão das áreas —, o cronograma de implantação da unidade industrial faça-se de modo que a área agrícola esteja preparada. O esquema da Figura 7 a seguir mostra como a idéia pode ser concebida, e o foi neste trabalho, sem recorrer a ociosidade industrial nos anos iniciais de implantação.

Desse modo. tem-se que, a menos que se disponha a adquirir toda ou parte da matéria-prima de terceiros nos anos iniciais (e se isto for possível), ou permanecer nesse mesmo período com capacidade ociosa na unidade industrial, a preocupação com a parte agrícola deve vir bem antes da implan-

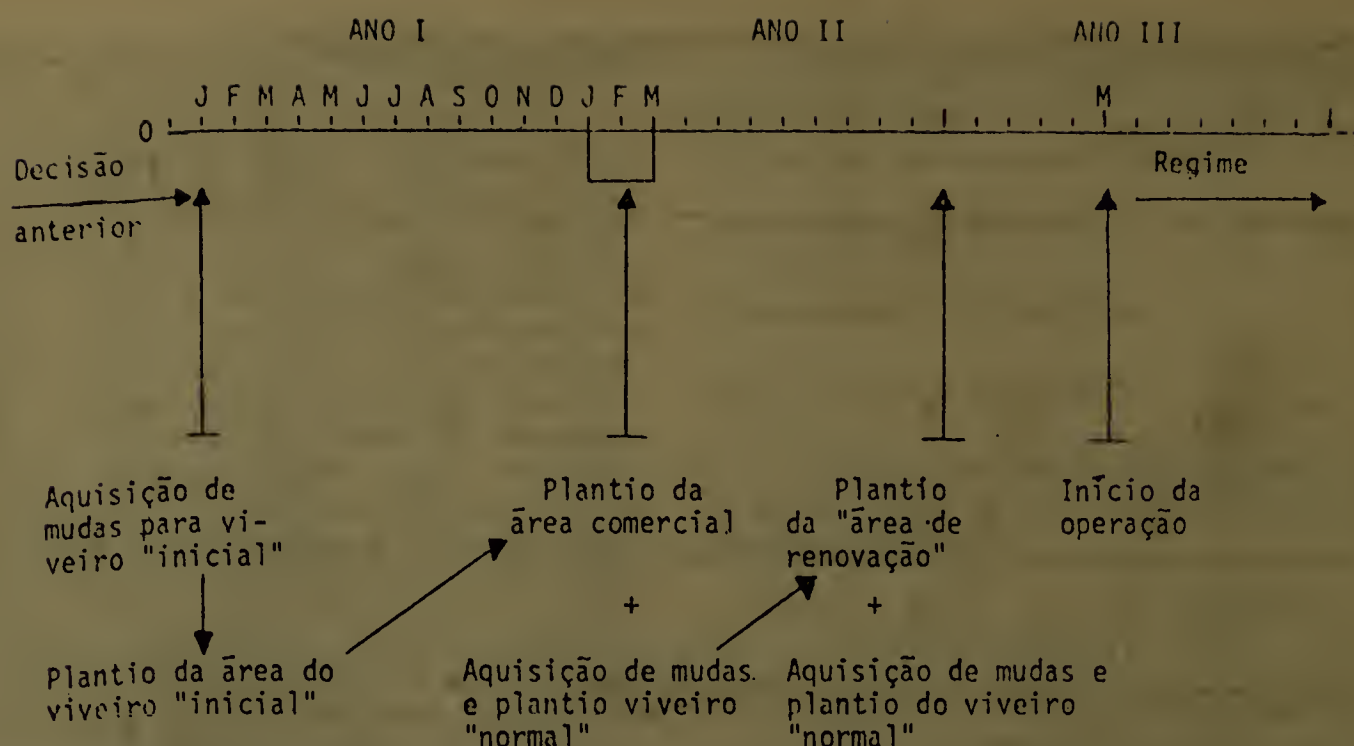



Fig. 7 — Esquema para a programação de plantio.

tação. principalmente nas unidades de 5.000 litros/dia que trabalharão 24 horas ininterruptas. Além disso, imaginou-se a aquisição periódica (anual) de mudas tratadas para formar o "viveiro normal" de onde sairão as mudas para o plantio comercial.

Mão-de-Obra

A mão-de-obra utilizada nas tarefas normais de operação da microdestilaria varia de acordo com a alternativa em questão. Teve-se:

— Alternativa I = 5 homens em cada turno de 6 horas (total = 10 homens)

— Alternativa II = 4 homens em cada turno de 8 horas (total = 12 homens)

— Alternativa III = 4 homens em cada turno de 8 horas (total = 12 homens)

— Alternativa IV = 6 homens em cada turno de 8 horas (total = 18 homens)

Além disso, considerou-se um administrador para cada caso. O salário base sobre o qual procederam-se os cálculos foi o salário mínimo regional (Cr$ 11.928,00) diferenciado por especialização, acrescido de encargos sociais (57,15%) e pagamento de horas noturnas. Na alternativa I utilizou-se de dois turnos de 6 horas, portanto o salário foi proporcional ao número de horas trabalhadas. Nas demais alternativas teve-se dois turnos diurnos e um noturno com o seu adicional. Os salários dos diversos empregados foram considerados como: supervisor recebe 3 salários, fermenteiro e destilador 1,5 salários, e outros um salário. A Tabela 7 a seguir mostra o número e distribuição de operários em cada alternativa.

Explica-se que a alternativa I necessita de relativamente mais mão-de-obra, em vista de que sua operacionalização de certo modo é dificultada pela ausência de alguns equipamentos, como processo mecânico mais eficiente para descarga de cana e outros que exigem menos trabalho manual, enquanto a alternativa IV funciona numa escala maior, demandando proporcionalmente menos trabalho. Condicionou-se também que os trabalhadores seriam pagos pelo período em que permanecem na destilaria, ao invés de o ano todo, podendo-se imaginar que seriam aproveitados em outras tarefas durante a entressafra, sem necessidade de dispensa para que se evite treinamento e adaptações a cada ano.

Tabela 7. Utilização de Mão-de-Obra por turno e por fase do processo nas alternativas escolhidas.

FASE DO PROCESSO	Alternativas			
	I	II	III	IV
Moagem	3	2	2	3
Fornecimento de calor	1	1	1	1
Fermentação	[1]	[1]	[1]	1
Destilação				1
Total	5	4	4	6

Carregadeira

A carregadeira de cana utilizada em todas as alternativas, com exceção da alternativa I, serve como auxiliar para a fase de recepção de cana, trabalhando à noite com o transporte de cana do pátio de armazenamento até a plataforma de onde é impulsionada manualmente à esteira de alimentação. O custo de investimento dessa máquina foi imputado à parte agrícola, visto que o seu trabalho mais pesado vai aí se realizar, na tarefa de carregamento propriamente dito. Quanto ao seu uso na destilaria durante o período noturno, procedeu-se ao cálculo do custo horário de funcionamento que, multiplicado pelo número de horas trabalhadas, resultou no custo de operação que integrou-se à matriz de custos totais.

Para o cálculo do custo horário, baseou-se na fórmula:

$$CH = \frac{V_i - V_f}{n \cdot h} + C + L + RM \text{ — */}$$

onde:

CH = custo horário da máquina

V_i = valor inicial da máquina (Cr$ 3.000.000,00)

V_f = valor final (10% de V_i)

*/ Fonte: PINAZZA & BRUGNARO (12).

n = n.º de anos de vida útil (10)

h = horas trabalhadas por ano (1.500)

C = gastos com combustível (consumo de 6l × preço/litro)

L = lubrificantes (0,2C)

RM = reparo e manutenção ($= \frac{V_i}{n.h}$, onde f = coeficiente de reparos dado por $\frac{15.000}{n.h}$).

Com estes dados obteve-se o custo horário de Cr$ 740,00, sem o tratorista. Para este foi tomado o salário mínimo, trabalhando apenas, 1,5 hora nas alternativas II e III e 3,0 horas na alternativa IV. O custo horário do tratorista seria de Cr$ 158,16.

É interessante esclarecer que o reduzido número de horas que a carregadeira irá trabalhar durante o período noturno deve-se a que imaginou-se que seu operador faria o serviço duplo de transportar a cana do pátio de armazenagem até a plataforma de recepção, o que pode ser feito em poucas viagens, e também se encarregaria de auxiliar na operação subseqüente de impulsioná-la à esteira de alimentação, após acumular-se certa quantidade de matéria-prima na plataforma.

Drogas e Reagentes

As drogas e reagentes utilizadas em uma microdestilaria basicamente se referem

ao tratamento do pé-de-cuba com ácido sulfúrico, nutrientes para as leveduras (DAP) e produto para a lavagem da coluna de recheio (soda) devido ao problema de incrustações.

Na Tabela 8 são apresentados os consumos de drogas e reagentes e seu custo por litro de álcool.

Tabela 8. Consumo de Drogas e Reagentes e seu custo por litro de álcool, cruzeiros, de novembro/81.

Produto	Consumo mg/ℓ álcool	Preço Cr$/kg	Custo Cr$/ℓ álcool
DAP	14,5	33,00	$4,785 \cdot 10^{-4}$
Ác. Sulfúrico	3.000,0	22,00	$660,000 \cdot 10^{-4}$
Soda Caústica	300,0	120,00	$360,000 \cdot 10^{-4}$

Nas alternativas I e II foram utilizados os três produtos e nas alternativas III e IV são utilizados somente o DAP e o ácido sulfúrico.

Dentro deste item considerou-se também o consumo de fermento prensado, sendo que este seria substituído uma vez em cada dorna durante a safra, devido a problemas de contaminação. O consumo previsto de fermento é de 50 kg para início de operação na alternativa I, 100 kg nas alternativas II e II e 200 kg na alternativa IV. O preço levantado para o quilo de fermento foi de Cr$ 200,00. Isto equivale a que será gasto Cr$ 0,11 por litro de álcool produzido.

Energia Elétrica

Considerou-se o empreendimento como uma empresa agrícola, e as instalações elétricas na propriedade pelo Grupo A, segundo classificação da CPFL, no qual é instalado um transformador de 75 KVA, computando-se somente a demanda efetiva da microdestilaria.

O custo da energia elétrica foi calculado como sendo necessário uma demanda efetiva de 15 KVA nas alternativas I, II e III e de 25 KVA na alternativa IV. Admitiu-se que se pagaria a demanda efetiva total acrescida de igual consumo na safra, e na entressafra seria pago 85% da demanda efetiva mais 20% do consumo verificado no período de safra. Portanto, tem-se:

$$EE = D \times P_d (M_1 + 0,85 M_2) + D \times P_c \times H_s + 0,2 \times D \times P_c \times H_e$$

onde:

EE = custo da energia elétrica

D = demanda efetiva

P_d = preço da demanda instalada (75 KVA)

M_1 = meses de safra

M_2 = meses de entressafra

P_c = preço do kwh consumido (consumo)

H_s = horas de safra

H_e = horas de entressafra

Os dados estão na Tabela 9 a seguir.

Despesas Gerais

Considerou-se 10% ao ano sobre os custos de operação, excluindo a matéria-prima; portanto, o percentual foi aplicado sobre os itens Mão-de-Obra, Carregadeira, Drogas e Reagentes e Energia Elétrica.

Manutenção

Considerou-se 2% ao ano sobre o valor do custo de investimento, menos frete e montagem.

Depreciação

Devido a presença de itens com vida útil diferenciada, considerou-se, para as obras civis e instalações elétricas, vida útil de 30 anos, e para os outros itens uma vida útil de 15 anos. Utilizou-se do percentual de

Tabela 9. Valores dos itens e o custo final da energia elétrica para as alternativas, cruzeiros de novembro/81.

ALTERNATIVA	D		M_1	M_2	P_c	H_s	H_e	Custo Final (Cr$/ano)
I	15	713,93	7	5	1,593	1.800	6.960	196.748,53
II	15	713,93	7	5	1,593	3.600	5.160	231.157,33
III	15	713,93	7	5	1,593	3.600	5.160	231.157,33
IV	25	713,93	7	5	1,593	3.600	5.160	385.262,21

10% como valor residual, sendo que para os itens frete e montagem tomou-se como nulo o valor residual.

A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$D = \frac{V_i - V_f}{n}, \text{ onde:}$$

D = depreciação

V_i = valor inicial

V_f = valor final

n = vida útil (n.º de anos)

Tabela 10. Cálculo das depreciações para as alternativas consideradas, cruzeiros de novembro/81.

ALTERNATIVA	Itens com vida útil	Valor Inicial	Valor Final	Depreciação	Total
	15 anos[a]	8.765.000,00	876.500,00	525.900,00	
I	30 anos[b]	1.235.000,00	123.500,00	37.050,00	596.284,00
	15 anos[c]	500.000,00	0,00	33.334,00	
	15 anos	13.815.000,00	1.381.500,00	828.900,00	
II	30 anos	1.235.000,00	123.500,00	37.050,00	902.617,00
	15 anos	550.000,00	0,00	36.667,00	
	15 anos	16.063.300,00	1.606.330,00	963.798,00	
III	30 anos	3.461.700,00	346.170,00	103.851,00	1.232.649,00
	15 anos	2.475.000,00	0,00	165.000,00	
	15 anos	21.439.000,00	2.143.900,00	1.286.340,00	
IV	30 anos	4.410.000,00	441.000,00	132.300,00	1.588.707,00
	15 anos	2.551.000,00	0,00	170.067,00	

a/ Equipamentos; b/ Obras civis; c/ Frete e montagem.

Juros

Como todos os cálculos efetuados neste trabalho são em valores reais, considerou-se uma taxa de juros real de 6% ao ano, que remuneraria o capital empregado nos investimentos e operação.

a) Investimento

Para o cálculo dos juros sobre o capital investido, utilizou-se do desembolso efetuado em uma única parcela e para que o custo real anual seja o mesmo para qualquer ano, o cálculo foi efetuado sobre o valor médio do valor inicialmente aplicado. Aplicou-se a fórmula:

$$j = \frac{V_I}{n} \times r$$

onde: j = juros

V_I = valor inicial

n = taxa de juros

b) Operação

Tendo considerado neste trabalho que o álcool seria retirado a cada três meses, calculou-se os juros de operação sobre o valor médio do desembolso trimestral.

Os juros sobre os custos de manutenção se referem aos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, ou seja, no período da entressafra, enquanto os juros sobre os demais itens operacionais referem-se aos meses de safra: maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro. Com isto, calculou-se os juros a uma taxa de 1,5% ao trimestre. Na Tabela 11 tem-se o resumo dos juros por alternativa.

3. Análise Econômica

Nesta seção far-se-á a análise econômica utilizando-se das informações geradas anteriormente. Na seção 2.2 conseguiu-se o custo por litro de álcool produzido, imputando-se os custos operacionais discriminados na Tabela 4, de que resultou:

Alternativa I = Cr$ 45,28/litro
Alternativa II = Cr$ 37,68/litro
Alternativa III = Cr$ 36,21/litro
Alternativa IV = Cr$ 31,96/litro

Distinguiu-se neste trabalho entre análise econômica e análise financeira de projetos. O primeiro conceito diz respeito à determinação da rentabilidade geral para a sociedade ou para a economia como um todo, independente do segmento social que investe os recursos destinados ao projeto ou do segmento social que se beneficia dos mesmos recursos; o segundo conceito refere-se à rentabilidade do capital social das distintas entidades financeiras — agricultores, empresários, sociedades privadas, organismos públicos, etc. —, que investem no projeto de acordo com GITTINGER (5). Um trata do aspecto social e o outro trata do aspecto privado de determinado projeto.

Tabela 11. Juros imputados por alternativa, referente a investimento e operação, cruzeiros de novembro/81.

JUROS	ALTERNATIVAS			
	I	II	III	IV
Investimento	315.000,00	468.000,00	660.000,00	852.000,00
Operacional	53.890,90	94.967,90	86.993,10	160.292,10
Total	368.890,90	562.967,90	746.993,10	1.012.292,10

Nesta seção apresenta-se a análise econômica para todas as alternativas consideradas, isto é, sem levar em conta nenhum tipo de financiamento, supondo-se a utilização de 100% de capital próprio; a título de ilustração, apresenta-se também a análise financeira, apenas para a alternativa III, utilizando-se de critérios de desembolso até há pouco tempo vigentes para o PROÁLCOOL, com algumas adaptações. Tanto num caso como no outro utiliza-se da metodologia de análise de investimentos, através da montagem de fluxos de caixa e do cálculo das taxas internas de retorno (TIR). Outros indicadores econômicos são também apresentados no texto.

Nas Tabelas 12 a 15 são apresentados os fluxos de caixa das quatro alternativas que foram analisadas neste trabalho. Os valores empregados nestas tabelas são em cruzeiros de novembro de 1981: admitindo-se que o crescimento da taxa inflacionária incida proporcionalmente nas receitas e custos, os resultados obtidos são em valores reais, porquanto o fluxo permanece como constante, mas projetado para todos os anos do horizonte admitido de 10 (dez) anos. A seguir tem-se algumas explicações sobre os itens que compõem o fluxo de caixa.

As receitas anuais são obtidas multiplicando-se a produção de álcool na safra pelo seu preço, sendo que para a alternativa I utilizou-se do preço de bomba atual (Cr$ 52,00/litro), e para as demais alternativas o preço oficiadl do álcool hidratado carburante para a Região, segundo o Ato n.º 32/81 do Instituto do Açúcar e do Álcool (Cr$ ... 41,5732/litro). A diferença entre as receitas do primeiro e último ano e os demais anos do fluxo de caixa deve-se a que admitiu-se que todo o álcool em tancagem na destilaria seria comercializado e/ou utilizado trimestralmente, ou seja, a receita é contabilizada a cada três meses; no primeiro ano civil não ocorre venda e/ou utilização de álcool no primeiro trimestre (porque a operação da destilaria inicia-se em maio, com a safra), enquanto no último ano não haverá estoque de álcool, ocorrendo um aumento de receita referente à liquidação.

Quanto ao item investimento, utilizou-se de um artifício para compatibilizar tanto a vida útil diferenciada de equipamento e obras civis como o horizonte considerado. Desse modo, calculou-se o valor residual ao cabo de dez anos. com base nos dados apresentados quando tratou-se da depreciação na seção 2.2 deste capítulo, o qual fi-

Tabela 12. Fluxo de Caixa da Alternativa I — Valores em cruzeiros de novembro/81 (*)

ANO	Receita Cr$ (**)	CUSTOS (Cr$)					Fluxo de Caixa Cr$
		Investimento	Matéria Prima	Operação (***)	Manutenção	TOTAL	
1	7.020.000,00	10.500.000,00	5.103.172,00	1.882.266,80	40.000,00	17.525.438,80	(10.505.438,80)
2	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
3	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
4	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
5	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
6	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
7	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
8	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
9	9.360.000,00	-	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	7.185.438,80	2.174.561,20
10	11.700.000,00	(4.537.170,00)	5.103.172,00	1.882.266,80	200.000,00	2.648.268,80	9.051.731,20
TOTAL	93.600.000,00	5.962.830,00	51.031.720,00	18.822.668,00	1.840.000,00	77.657.218,00	15.942.782,00

(*) Os valores entre parênteses são negativos.

(**) Considerado o preço do álcool na bomba (Cr$ 52,00/l)

(***) Inclui-se neste item: Mão-de-Obra, Carregadeira, Drogas e Reagentes, Energia Elétrica e Despesas Gerais.

Tabela 13. Fluxo de Caixa da Alternativa II — Valores em cruzeiros de novembro/81 (*)

ANO	Receita Cr$ (**)	CUSTOS (Cr$)					Fluxo de Caixa Cr$
		Investimento	Matéria Prima	Operação	Manutenção	TOTAL	
1	11.692.462,50	15.600.000,00	9.112.536,80	3.248.853,30	60.200,00	28.021.590,10	(16.329.127,60)
2	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
3	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
4	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
5	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
6	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
7	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
8	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
9	15.589.950,00	-	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	12.662.390,10	2.927.559,90
10	19.487.437,50	(6.573.835,00)	9.112.536,80	3.248.853,30	301.000,00	6.088.555,10	13.398.882,40
TOTAL	155.899.500,00	9.026.165,00	91.125.368,00	32.488.533,00	2.769.200,00	135.409.266,00	20.490.243,00

(*) Os Valores entre parênteses são negativos.

(**) Considerado o preço do álcool PVU (Cr$ 41,5732/l)

Tabela 14. Fluxo de Caixa da Alternativa III — Valores em cruzeiros de novembro/81 (*)

ANO	Receita Cr$ (**)	CUSTOS (Cr$)					Fluxo de Caixa Cr$
		Investimento	Matéria-Prima	Operação	Manutenção	TOTAL	
1	11.692.462,50	22.000.000,00	7.974.573,60	3.234.003,30	97.625,00	33.306.201,90	(21.613.739,40)
2	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
3	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
4	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
5	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
6	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
7	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
8	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
9	15.589.950,00	-	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	11.599.076,90	3.990.873,10
10	19.487.437,50	(9.673.510,00)	7.974.573,60	3.234.003,30	390.500,00	1.925.566,90	17.561.870,60
TOTAL	155.899.500,00	12.326.490,00	79.745.736,00	32.340.033,00	3.612.125,00	128.024.384,00	27.875.116,00

(*) Os valores entre parênteses são negativos

(**) Considerado o preço do álcool PVU (Cr$ 41,5732/l)

Tabela 15. Fluxo de Caixa da Alternativa IV – Valores em cruzeiros de novembro/81 (*)

ANO	Receita Cr$ (**)	CUSTOS (Cr$)					Fluxo de Caixa Cr$
		Investimento	Matéria Prima	Operação	Manutenção	TOTAL	
1	23.384.925,00	28.400.000,00	15.947.886,00	4.907.418,40	129.245,00	49.384.549,40	(25.999.624,40)
2	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
3	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
4	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
5	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
6	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
7	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
8	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
9	31.179.900,00	-	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	21.372.284,40	9.807.615,60
10	38.974.875,00	(12.512.935,00)	15.947.886,00	4.907.418,40	516.980,00	8.859.349,40	30.115.525,60
TOTAL	311.799.000,00	15.887.065,00	159.478.860,00	49.074.184,00	4.782.055,00	229.222.174,00	82.576.826,00

(*) Os valores entre parênteses são negativos

(**) Considerado o preço do álcool PVU (Cr$ 41,5732/L)

gura como investimento negativo, ou seja, somou-se à receita do último ano.

Para compor o fluxo de caixa (receita menos custos operacionais), considerou-se todos os itens do custo operacional constituinte da Tabela 4, com exceção de **juros** e **depreciação**, porque estes tratam de custos financeiros que não devem figurar no tipo de análise que se vem desenvolvendo. Por outro lado, o montante total investido integra-se como um item de custo no ano inicial. Ainda com respeito aos itens de custo, tem-se que o destaque dado à **matéria-prima** deve-se a que este é o item de maior peso na estrutura de custo considerada, o item **manutenção** é destacado porque seu valor é diferenciado para o ano inicial, enquanto que, sob a rubrica **operação**, agregam-se os demais custos vistos na Tabela 4, já referida.

A seguir trata-se dos principais indicadores utilizados:

a) Taxa interna de retorno (TIR)

É um indicador bastante utilizado na análise de investimentos. A taxa interna de retorno é o valor da taxa de juros que faz com que o valor atual do fluxo de caixa do projeto seja igual a zero. Calcula-se pela fórmula:

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{RB_i - CT_i}{(1 + r)^i} = 0, \text{ onde:}$$

RB = receita bruta;

CT = custo total (custos de investimento e operacionais);

r = taxa interna de retorno;

i = período de tempo (i = 1, ...r n).

b) Relação benefício/custo (R_{bc})

A relação benefício/custo é o quociente entre o valor atual das receitas brutas a serem obtidas e o valor atual dos custos, ambos considerados para o fluxo de caixa. Admitindo-se uma taxa de desconto de 6% a.a., a relação benefício/custo é dada por:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} RB_i/(1 + 0{,}06)^i}{\sum_{i=1}^{n} CT_i/(1 + 0{,}06)^i} = R_{bc}$$

c) Ponto de nivelamento (PN)

O ponto de nivelamento informa qual a quantidade do produto que seria necessário produzir, num determinado período de tempo, para se igualarem receitas e custos. É calculado por intermédio de:

$$Q = \frac{F}{P - V_a}, \text{ onde:}$$

Q = quantidade anual a ser produzida para se atingir o ponto de nivelamento;

F = custos fixos totais (em 1 ano);

P = preço do produto;

V_a = custo variável unitário.

Deste modo, o ponto de nivelamento é dado por:

$$PN(\%) = \frac{Q}{T} \times 100$$

em que **T** é igual à quantidade total que pode ser produzida no ano, sendo os custos fixos dados pelos itens Manutenção, Depreciação e Juros, e os custos variáveis pelos demais componentes da estrutura de custos operacionais (Tabela 4). Observa-se que não é utilizado, no cálculo desse indicador, os fluxos de caixa, porque refere-se a um ano determinado, com a inclusão dos itens depreciação e juros.

d) Prazo de retorno do capital empregado (PR)

O prazo de retorno do capital empregado dá idéia do tempo em que é possível recuperar o capital empatado no empreendimento, ou seja, em quanto tempo após o investimento inicial o fluxo de receitas menos custos torna-se nulo. Em termos práticos, basta somar os valores do fluxo de caixa até atingir-se zero, que foi o procedimento adotado, aproximando-se depois trimestralmente. Desse modo:

$$\sum_{i=1}^{n} RB_i - CT_i = 0$$

e quando atingir-se o valor nulo, o prazo de retorno será de **n** períodos.

Os valores dos indicadores econômicos utilizados são mostrados na Tabela 16, para todas as alternativas estudadas.

A Tabela 16 permite observar que todas as alternativas escolhidas são viáveis economicamente, dentro dos pressupostos adotados neste trabalho. Em termos gerais, as alternativas se equivalem em rentabilidade, a julgar pelos indicadores utilizados, com exceção da alternativa IV, que apresentou nível de rentabilidade nitidamente superior às demais; provavelmente isto se deva à escala de produção, já que os parâmetros usa-

Tabela 16. Indicadores econômicos utilizados na análise para as quatro alternativas escolhidas.

INDICADORES ECONÔMICOS	ALTERNATIVAS			
	I	II	III	IV
Taxa interna de Retorno (%)	18,96	15,87	16,37	37,22
Relação Benefício/Custo (nº puro)	1,13	1,09	1,13	1,28
Ponto de Nivelamento (%)	49,07	54,72	54,10	30,20
Prazo de Retorno (anos)	6,00	6,75	6,50	3,75

dos e a tecnologia são praticamente idênticos aos da alternativa III, cuja rentabilidade foi menor, igualando-se praticamente às alternativas I e II. A comparação entre as alternativas II e III, que se distinguem pela tecnologia empregada (1 terno × 2 ternos de moenda), apresentaram níveis de rentabilidade praticamente idênticos, com ligeira vantagem para a alternativa III, mostrado por todos os indicadores utilizados; isto parece significar que a eficiência conseguida pelo emprego de uma tecnologia mais sofisticada não compensa o maior volume de investimentos necessários, ou seja, a eficiência é obtida a expensas da rentabilidade, esta não aumentando mais que proporcionalmente, como seria desejável. Quanto à alternativa I, provou-se que esta não apresenta rentabilidade com o preço atual do produto na destilaria, mas que torna-se possível sua viabilidade quando se toma o preço de bomba do álcool, e nesse caso sua rentabilidade equipara-se às alternativas II e III; isto indica que a operação da destilaria em turnos que não cubram toda sua capacidade nominal compromete o empreendimento.

A taxa interna de retorno é expressa em termos reais e pode ser comparada com o custo de oportunidade que teria o capital empatado em outras aplicações. Se tomar-se a taxa usualmente empregada para a remuneração das cadernetas de poupança, por exemplo, como um custo de oportunidade válido, ter-se-ia que taxas superiores a 6% a.a. seriam interessantes do ponto de vista econômico. Todas as alternativas mostraram-se, nesse sentido. atraentes.

A relação benefício/custo superior a unidade em todos os casos permite concluir que o empreendimento é rentável. Uma relação de 1,13, como apresentada pelas alternativas I e III, pode significar que para cada Cr$ 1,00 dispendido na obtenção do produto (incluindo investimentos e custos operacionais) possibilita um retorno líquido de Cr$ 0,13, considerando-se uma taxa de desconto de 6% a.a. para transformar os fluxos de receitas e custos em valores presentes.

O ponto de nivelamento obtido para as alternativas I, II e III pode ser interpretado, a grosso modo, como o seguinte: mesmo operando-se a destilaria com cerca de 50% de sua capacidade nominal, ainda assim poder-se-ia continuar a produção, já que os custos estariam sendo cobertos. A alternativa IV, nesses termos, poderia operar com quase apenas um terço (30%) de sua capacidade total. Por outro lado, o prazo de retorno obtido para as alternativas diz que seriam necessários cerca de 4 anos para que o empreendimento consiga pagar-se, no caso da alternativa IV, enquanto que o mesmo prazo seria de aproximadamente 6 anos para as demais alternativas; em nenhum caso ultrapassou-se, desse modo, sequer a metade do tempo de vida útil dos equipamentos.

Outro indicador que poderia servir para melhor visualização do problema da rentabilidade das microdestilarias está relacionado com o custo da matéria-prima, o item mais oneroso da matriz de custos, incidindo com aproximadamente 60% no custo do produto final (ver Tabela 4). Nenhuma das alternativas estudadas apresentaria rentabilidade caso se pagasse a cana-de-açúcar ao preço na esteira estabelecido oficialmente pelo Instituto do Açucar e do Álcool, segundo Ato n.º 32/81, de 2 de outubro de 1981. Em outras palavras, as microdestilarias estudadas apenas se viabilizavam quando produzem sua própria matéria-prima, e desde que a custos sensivelmente menores que o preço oficial.

O custo considerado neste trabalho (Cr$ 1.261,60 por tonelada) tem que crescer 53,85% para alcançar o nível do preço oficial (Cr$ 1.940 93). Com base nos dados da Tabela 4, calculou-se o quanto, em termos percentuais, poder-se-ia aumentar o custo da matéria-prima para que o custo por litro de álcool produzido se igualasse ao seu preço de venda admitido (Cr$ 52,00/litro para a alternativa I e Cr$ 41,5732/litro para as demais alternativas), obtendo-se aproximadamente:

Alternativa	I	:	23,7%
Alternativa	II	:	16,0%
Alternativa	III	:	25,2%
Alternativa	IV	:	45,2%

Em vista de que os financiamentos para projetos enquadrados no PROÁLCOOL operam com determinados níveis de subsídios — o que favorece a rentabilidade dos projetos — imaginou-se proceder neste trabalho, apenas a título de ilustração, a uma análise financeira para ter-se uma noção do que ocorreria com a taxa interna de retorno em caso semelhante, mas com pequenas adap-

tações, se o projeto fosse financiado. Para tanto, utilizou-se dos critérios financeiros até há pouco vigentes para o Programa Nacional do Álcool, segundo o documento "PROÁLCOOL — Informações Básicas para Empresários" (MIC/CENAL, Brasília, 2.ª ed., maio/80). Para essa análise são necessárias algumas pressuposições, feitas com base na alternativa III (utilizada como exemplo), que se seguem:

a) os recursos liberados cobrem 80% dos custos de investimento necessários;

b) os encargos financeiros são compostos de juros e amortização do principal. Os juros são de 40% da variação das ORTNs no período, acrescido de uma taxa de juros reais, cujo valor é de 5% a.a. para a Região Centro-Sul, incidentes sobre o saldo devedor, eniquanto a amortização é feita anualmente. em valor constante, que é obtido pela divisão do montante emprestado pelo prazo de financiamento (menos o príodo de carência);

c) o prazo de financiamento considerado é de dez (10) anos, com período de carência de dois anos;

d) tanto as entradas como as saídas financeiras são realizadas num mesmo ano;

e) a inflação no período é conhecida, adotando-se um valor fixo de 30% a.a., com variação idêntica a das ORTNs.

Inflacionou-se, portanto, os valores de receitas e custos originais da Tabela 14, a partir do primeiro ano.

A partir dessas suposições foi possível a elaboração das Tabelas 17 e 18, que mostram, respectivamente, os itens de custo considerados, e as receitas e custos, que formam o fluxo de caixa, devidamente inflacionado. Supõe-se, desse modo, que a taxa de inflação tem o mesmo impacto tanto sobre custos como receitas.

Escolheu-se, como medida de rentabilidade do empreendimento, apenas a taxa interna de retorno, por julgar ser este o indicador mais expressivo em termos de análise de investimento. Para que se calcule a taxa interna de retorno em valores reais, diretamente comparável com aquela obtida anteriormente sem financiamento, é necessário deflacionar a coluna fluxo de caixa da Tabela 16.

Empregando-se a fórmula para o cálculo da taxa interna de retorno, obteve-se, nesse caso, o valor de 33,83%, que é aproximadamente duas vezes maior que a obtida quando se utiliza recursos próprios. que foi de 16,37%. Isto significa que, do ponto de vista privado, o empreendimento torna-se mais rentável quando se utiliza de financiamento nas bases consideradas. Pode-se acrescentar que, à medida que a taxa de inflação aumenta, possivelmente o nível de rentabilidade deve também aumentar, devido às condições nas quais é realizado o empréstimo. Lembra-se entretanto, que as condições vigentes para o PROÁLCOOL já não são aquelas utilizadas neste exercício, que teve finalidade exclusivamente de constituir um exemplo ilustrativo.

VI. ASPECTOS GERAIS DO PROBLEMA

Neste capítulo pretende-se ampliar a discussão sobre microdestilarias, na medida em que procurar-se-á relaxar as restrições impostas no capítulo precedente de viabilidade técnico-econômica, onde assumiu-se nitidamente alguns pressupostos que delimitaram a amplitude do estudo. Essa ampliação procura atender ao fato de que o tema microdestilaria, pela sua importância e interesse que vem despertando, extravasa os limites da simples análise de viabilidade técnico-econômica sob condições restritas. Por outro lado, adianta-se que o objetivo deste capítulo não será o de esgotar o tema, que é complexo e abrangente, mas principalmente levantar aqueles aspectos mais importantes de maneira a que estes sirvam para localizar melhor a discussão e talvez fornecer-lhe subsídios. Deve-se alertar que o assunto será conduzido por uma abordagem em termos gerais sem preocupar-se com provas definitivas sobre as eventuais vantagens e desvantagens dos pontos considerados, antes podendo-se prestar como uma resenha dos elementos básicos que envolvem o tema, acompanhada de comentários quando isto couber.

Cabe enfatizar, no entanto, os resultados encontrados na análise de viabilidade técnico-econômica do capítulo anterior. Viu-se, então, que as alternativas que trabalham

Tabela 17. Custos Anuais da Alternativa III, quando se utiliza de financiamento, valores em cruzeiros, com inflação de 30% a.a.

ANO	ITENS DE CUSTOS						
	INVESTIMENTO*	MATÉRIA-PRIMA	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO	JUROS	AMORTIZAÇÃO	TOTAL
1	5.720.000,00**	10.366.946,00	4.204.204,00	126.912,00	2.992.000,00	–	23.410.062,00
2	–	13.477.029,00	5.465.465,00	659.945,00	2.992.000,00	–	22.594.439,00
3	–	17.520.138,00	7.105.105,00	857.928,00	2.992.000,00	2.200.000,00	30.675.171,00
4	–	22.776.180,00	9.236.636,00	1.115.307,00	2.618.000,00	2.200.000,00	37.946.123,00
5	–	29.609.034,00	12.007.628,00	1.449.899,00	2.244.000,00	2.200.000,00	47.510.561,00
6	–	38.491.744,00	15.609.916,00	1.884.869,00	1.870.000,00	2.200.000,00	60.156.529,00
7	–	50.039.267,00	20.292.891,00	2.450.329,00	1.496.000,00	2.200.000,00	76.478.487,00
8	–	65.051.047,00	26.380.758,00	3.185.428,00	1.122.000,00	2.200.000,00	97.939.233,00
9	–	84.566.361,00	34.294.986,00	4.141.057,00	748.000,00	2.200.000,00	125.950.404,00
10	(133.575.500,00)	109.936.270,00	44.583.482,00	5.383.374,00	374.000,00	2.200.000,00	28.901.626,00
TOTAL	(127.855.500,00)	441.834.016,00	179.161.071,00	21.255.048,00	19.448.000,00	17.600.000,00	551.562.635,00

* Os valores entre parênteses são negativos.

** Este valor corresponde a 20% do investimento total, inflacionado a uma taxa de 30% a.a.

Tabela 18. Fluxo de Caixa da Alternativa III, considerando o PROÁLCOOL, valores em cruzeiros nominais, com inflação de 30% a.a.

ANO	RECEITA	CUSTO TOTAL	FLUXO DE CAIXA(*)
1	15.200.201,00	22.090.062,00	(8.209.861,00)
2	26.347.016,00	22.594.439,00	3.752.577,00
3	34.251.120,00	30.675.171,00	3.575.949,00
4	44.526.456,00	37.946.123,00	6.580.333,00
5	57.884.393,00	47.510.561,00	10.373.832,00
6	75.249.711,00	60.156.529,00	15.093.182,00
7	97.824.624,00	76.478.487,00	21.346.137,00
8	127.172.010,00	97.939.233,00	29.232.777,00
9	165.323.620,00	125.950.404,00	39.373.216,00
10	268.650.870,00	28.901.626,00	239.749.244,00
TOTAL	912.430.021,00	550.242.635,00	360.867.386,00

(*) O valor entre parênteses é negativo.

as 24 horas do dia são viáveis economicamente. Mesmo trabalhando-se apenas a metade do período, isto torna-se viável, caso se utilize do preço do álcool na bomba, em substituição a outros tipos de combustível, desde que os rendimentos do álcool usa-para os mesmos fins não se distancie dos demais. E desde que se admita de imediato a possibilidade de o álcool substituí-los na própria propriedade ou proximidades, como em tratores e caminhões, além de em motores estacionários, etc. Nesse sentido, tem-se que atentar também para as condições em que foi realizado o estudo, que manteve fixas muitas variáveis, em função de não aumentar-se demasiado o número de combinações possíveis. Assim, o custo da matéria-prima, os rendimentos de extração, fermentação e destilação, a quantidade de ART, o número de homens trabalhando e salários, e demais itens, podem sofrer variações numa análise de sensibilidade, de que poderia resultar diferenças significativas, mostrou-se como o financiamento com base nas condições do PROÁLCOOL pode aumentar sensivelmente a viabilidade econômica sob a ótica da iniciativa privada.

Parte-se da hipótese de que existe viabilidade para destilarias de pequena escala e que esta viabilidade tornar-se-á cada vez mais atrativa de acordo com aperfeiçoamentos técnicos e institucionais que se espera venham a ocorrer com o seu incentivo e disseminação. Outros estudos também já provaram estritamente a viabilidade das microdestilarias, e é nesse contexto que cabe uma análise crítica preliminar a respeito da implementação de um programa governamental voltado para essa alternativa. Considera-se que o documento "Subsídios para análise de uma política de implantação de microdestilarias no âmbito do PROÁLCOOL" — CNAL (2), elaborado em novembro de 1979 por um Grupo de Trabalho Interministerial, embora tenha sido um dos primeiros sobre o assunto, ainda permanece atual em muitas de suas colocações e talvez seja o mais isento do ponto de vista de um posicionamento inicial acerca da problemática, pelo modo como a mesma está ali comentada, razão porque alguns dos comentários que se vai fazer concordam com a maior parte delas, ampliando-as, e por vezes até seguindo-lhe a abordagem.

Desdobrando-se a análise em duas ordens diferentes de problemas — os técnicos-operacionais e sócio-institucionais, que se interpenetram muitas vezes — espera-se ter melhores condições de análise, uma vez admitida a viabilidade econômica.

1. Aspectos técnico-operacionais

Em termos técnico-operacionais, os principais aspectos a serem destacados são a matéria-prima, os rendimentos e tecnologia de extração, qualidade do produto, abastecimento de energia elétrica, e aproveitamento de subprodutos, influindo nos custos de investimentos e operacionais com todas as implicações daí advindas.

A matéria-prima que tem sido considerada preferencialmente é a cana-de-açúcar, mas existem outras que podem perfeitamente ser utilizadas em substituição, ou em complementação, à caia. Este é um assunto que vem sendo muito discutido mas que se aplica muit0 pouco ao caso de microdestilarias, em que a área a ser ocupada com qualquer cultura será necessariamente diminuta. As vantagens associadas a cada cultura tornam-se irrelevantes, de um ponto de vista em que a cana-de-açúcar e, eventualmente, a mandioca em certas oportunidades (esta última com restrições, principalmente tecnológicas, em se tratando de microdestilarias), impõe-se quase que como uma solução natural, dadas as suas facilidades de operacionalização, tanto agrícola como industrial. Um ponto que tem-se levantado, e que merec atenção, é a possibilidade de prolongamento do período de safra através da integração sorgo-cana, o que concorreria para diminuir o período de ociosidade dos equipamentos industriais, causando, portanto, uma diminuição correspondente nos cutos fixos da microdestilaria, sem que isto implique em mudanças, porque o processamento da cana ou do sorgo, é realizado pelos mesmos equipamentos. A opção do sorgo como cutura exclusiva para o abastecimento da destilaria encontra ainda problemas sérios, principalmente na fase agrícola, onde sua sensibilidade ao fotoperiodismo, curto período útil de Industrialização e baixa produtividade de soqueiras, problemas que se manifestam nas variedades sacarinas hoje disponíveis, não o recomendam no curto e médio prazo como uma alternativa competitiva*.

---

* Veja-se, a respeito, extensa análise no trabalho "Previsão e Análise Tecnológica do PROÁLCOOL" (IAA/PLANALSUCAR, IA/USP, IMT; 1981).

O rendimento obtido do caldo é apontado como o principal entrave tecnológico para a viabilização de microdestilarias. Argumenta-se que, por um lado, os equipamentos utilizados nessas unidades tem uma baixa eficiência, enquanto que, por outro lado, a equiparação dos processos existentes e recomendados para a microdestilaria com aqueles em uso nas unidades maiores (acompanhados estes de processos complementares, como preparo de cana, dispositivo hidráulico nas moendas, embebição, maior número de ternos), faria com que os custos se elevassem a níveis proibitivos. Isto parece não ser exatamente verdadeiro, uma vez que muitos dos processos mencionados já se integram às unidades atualmente comercializadas, além do que o nível de extração pode ser melhorado acima dos padrões normalmente citados, mesmo com os atuais processos de moagem com um ou dois ternos; deve-se também acrescentar que o custo de investimento numa microdestilaria é relativamente menor quando comparado com escalas maiores, aspecto que será retomado oportunamente, existindo desse modo uma compensação, ou seja, "mantida a mesma tecnologia, porém com simplificação de processo como ocorre nas microdestilarias, a relação investimento/litro de álcool guarda certa proporcionalidade com a redução do rendimento industrial" (MIC/STI, 10).

Novas tecnologias de extração, cujo exemplo mais próximo e realizável é o processo de difusão, contribuiriam sem dúvida para elevar substancialmente os rendimentos conseguidos. A respeito do processo de extração através de difusão, menciona-se que experiências vem sendo realizadas; em âmbito institucional e privado, com a finalidade de superar os problemas que se verificam quanto ao seu perfeito funcionamento; naturalmente, tais problemas podem ser resolvidos até no curto prazo, porque referem-se basicamente à estrutura dos modelos desenvolvidos e a alguns passos de seus princípios, parecendo constituir-se em meras questões de ajustes. Mas o processo de difusão, por se constituir em tecnologia mais avançada, necessita de maiores cuidados em sua operacionalização, exigindo constante atenção e regulagens, o que determina a presença de mão-de-obra mais especializada; isto, somado à própria limitação de fabricação, vai impedir, pelo menos por determinado tempo, sua rápida disseminação, que se espera venha a ocorrer, se ocorrer, a médio prazo, razão pela qual o processo tradicional de extração através de moendas vai ser predominante nos próximos anos, nas microdestilarias e com maior motivo nas destilarias maiores *. Demais processos, como moendas de cinco rolos e outros, encontram-se pouco desenvolvidos.

O abastecimento de energia elétrica é outro ponto limitante à disseminação de microdestilarias. Em locais onde não se tem já instalada uma rede de energia, fazê-la em função exclusiva para o atendimento da destilaria, eventualmente aproveitando-a para outros fins, pode acarretar em custos insustentáveis. Existem muitas alternativas que contornam esse problema, todas necessitando de acrésscimos adicionais no custo de investimento ou de produção. A primeira seria a utilização do próprio álcool gerado para proceder, via motores estacionários, ao acionamento das moendas; estimativas indicam que seriam necessários de 6% a 10% do álcool produzido para realizar a tarefa, produto que, ao invés de gerar receitas, entraria como custo operacional em substituição à energia elétrica.

A solução que parece mais exeqüível, no entanto, é dada pelo uso de máquinas a vapor que alimentam um alternador, que geraria a energia necessária, e com sobras, até, para o acionamento das moendas através de motores elétricos comuns Essa solução aproveita o excesso de bagaço resultante da queima para as demais atividades, em torno de 50% a 60%, e já existe no mercado fabricantes que, sob encomenda, se prontificam a entregar tais máquinas, ressaltando-se que, nesse caso, o fornecimento de calor tem que ser feito necessariamente por caldeiras, descartando-se o uso do "termo-sifão" porque este não produz vapor. O uso de pequenas turbinas a vapor também poderia ser mencionado, em lugar da máquina a vapor, embora tais equipamentos sejam onerosos e cuja produção não se faça presentemente em escala devido a sua pouca utilidade no momento, com o agravante ainda que as reduções necessárias, desde a rotação da turbina até a moen-

---

* A propósito das vantagens e desvantagens do uso da difusão, embora relacionado a grandes unidades, veja-se o trabalho de PARAZZI e FERRARI (11).

da, implicariam em arranjos especiais. Por outro lado, soluções domésticas, como roda d'água e tração animal, para cumprir a mesma tarefa, são soluções rudimentares de duvidosa eficiência, mas que poderiam figurar num leque de alternativas, entre outras não relacionadas.

O uso de subprodutos resultantes da produção de álcool, principalmente a vinhaça pode resultar em redução de custos. A vinhaça tem dois usos imediatos: como fertilizante a ser utilizado na lavoura ou como matéria-prima para a biodigestão. A primeira alternativa é de uso corrente nas destilarias de maior porte, onde a vinhaça é levada ao campo através de vários sistemas, como sulcos de infiltração, aspersão e veículos-tanque, enquanto parte da grande quantidade produzida é destinada a áreas de sacrifício para evitar-se poluição. Uma carreta adaptada poderia se desincumbir dessa tarefa nas microdestilarias, ou, conforme a disposição do terreno, ser distribuída por gravidade em canais adequados, após seu transporte para os pontos mais altos, desse modo contribuindo para atenuar os custos de produção agrícolas pela substituição de parte das necessidades de fertilizantes.

A segunda alternativa — matéria-prima para a biogestão — está sendo estudada presentemente e poderia também contribuir para um melhor aproveitamento da vinhaça, o que reverteria em benefícios para o projeto como um todo. A presença de biodigestores anexos às microdestilarias para a produção de gás metano a ser utilizado para diversos fins, inclusive para acionamento de geradores elétricos que supririam a demanda de energia dessas unidades (segundo DIAS, 4), é uma solução que depende também da superação de alguns problemas, como o excessivo tempo de retenção do material a ser digerido, e conseqüentemente, o tamanho desmesurado ou a combinação em série de várias unidades para que se consiga um volume de gás capaz de atender à demanda exigida; tais problemas estão sendo estudados, com resultados promissores. Tem-se citado a utilidade de biodigestores para outras atividades agrícolas, como secamento de grãos, resfriamento de leite e acionamento de máquinas paradas, mas isto não chega a ser benefício restrito à microdestilaria, na medida em que qualquer matéria orgânica (dejetos humanos e animais, resíduos agrícolas e outros) cumpre igual finalidade, restando como problema econômico o armazenamento, transporte e compressibilidade da mistura impura de gases resultantes da biodigestão. O bagaço pode ser incorporado para compor o materiar a ser digerido, embora tenha outros usos, assim como o óleo de fúsel, produzido em pequenas quantidades, aos quais não se dispensará maiores comentários.

A qualidade do produto final é uma questão básica para a viabilidade das microdestilarias, qualquer que seja sua destinação, se para consumo próprio ou se para comercialização, embora neste último caso as conseqüências sejam mais graves. De qualquer modo, a qualidade do produto tem que estar preservada dentro de padrões aceitáveis. De acordo com a legislação existente sobre microdestilarias, o álcool a ser produzido tem que atender às especificações de qualidade exigidas pelo CNP se vier a ser comercializado, isto em condições especiais. Da perspectiva estritamente tecnológica, o álcool produzido nas microdestilarias tem possibilidade de atender às exigências de qualidade, embora alguns componentes que aparecem no processo de destilação, como o álcool de segunda ("de cabeça"), sejam retirados apenas parcialmente; isto pode impedir, por exemplo, que se alcance determinadas especificações, principalmente quanto a teores de aldeídos e ésteres, dependendo estes também da condução do processo fermentativo e da qualidade da matéria-prima. Os itens que integram os padrões e suas medidas, de acordo com Regulamento Técnico CNP - 03/79 - Rev. 1, são os seguintes para o álcool hidratado:

Item	Especificação
º INPM	mín. 93,2 ± 0,6
Acidez	máx. 3,0 mg/100 ml
Aldeídos	máx. 6,0 mg/100 ml
Ésteres	máx. 8,0 mg/100 ml
Álcoois Superiores	máx. 6,0 mg/100 ml
Resíduos Fixos	*
Cobre	*

Quanto ao º INPM, que é o item mais importante, o padrão corresponde a aproximadamente 96º G.L., a 150ºC, e as microdes-

* Sem especificação.

tilarias existentes atendem-no sem problemas, já que a retrogradação das colunas de destilação são dimensionadas para este fim. No que se refere ao nível de acidez também é possível satisfazê-lo, caso venha isto a se constituir em problemas, com correção por intermédio de soda, que realiza a neutralização. Os álcoois superiores (óleo de fúsel) são normalmente retirados, enquanto o resíduo fixo e o cobre não possuem padrão para o álcool hidratado.

Restam como entraves, da maneira já explicada, os aldeídos, que se pesquisa atualmente sua atividade cancerígena, e ésteres, que são voláteis e aparentemente sem problemas, produtos que podem se acumular acima dos padrões estabelecidos no caso de microdestilarias, em função do fluxo de processo, que não contempla a retirada total do álcool de segunda (as microdestilarias não têm todas as colunas, como ocorre nas unidades maiores: colunas A1, D e B, que retiram o álcool de segunda). Desse modo, tem-se que as microdestilarias encontram-se em posição desfavorável, no sentido que suas probabilidades de satisfazer os padrões de qualidade para comercialização do produto exigido são relativamente menores, em confronto com a legislação existente, mas cujos critérios podem ser passíveis de revisão.

Finalmente, em termos técnicos-operacionais, existem grandes possibilidades de integração da unidade de produção de álcool com o restante da propriedade agrícola onde aquela se instalará. Qualquer situação particular de uma determinada propriedade agrícola pode, em princípio, contribuir para a viabilização das microdestilarias, como o aproveitamento da mão-de-obra já existente na propriedade, e principalmente o tipo de atividade a que a mesma se dedica, possibilitando-a a aproveitar-se melhor tanto do produto e subprodutos gerados pela microdestilaria. Mas trata-se de casos que não permitem generalização. Alguns exemplos podem ser chamados a ilustrar, em que se destaca o uso próprio do álcool em veículos e máquinas agrícolas e a comercialização do excedente, aproveitamento dos subprodutos vinhaça e bagaço, aquele como fertilizante e este como gerador de energia, uso mais racional da mão-de-obra na entressafra, presença de biodigestores, todos integrando-se às demais atividades da propriedade que, inclusive, podem se adaptar à implantação da microdestilaria, como a criação confinada ou não de animais que se aproveitariam das pontas de cana e outros subprodutos, e assim por diante.

2. Aspectos sócio-institucionais

Em termos institucionais, por outro lado, o problema central reside na conveniência ou não da possibilidade de comercialização do produto gerado. O Decreto n.º 85.698, de 04 de fevereiro de 1981, que regulamenta a situação das unidades produtoras de álcool hidratado com capacidade de produção de até 5.000 litros por dia em alguns aspectos importantes, impõe-se também uma série de restrições de ordem legal que, na prática, dificultariam o escoamento do excedente dessas unidades para comercialização, conforme visto na introdução desse trabalho.

Em outras palavras, não existe ainda critérios definitivos que garantam a comercialização do produto, a julgar pela legislação em vigor, que não está suficientemente detalhada para prever a maioria dos casos, antes deixa-os para um exame caso a caso, "em função da localização da unidade produtora e do uso do álcool produzido", além da exigência de que essas unidades teriam que submeter-se à sistemática de qualidade e comercialização atuais do CNP, bem como o que se refere ao tratamento de efluentes, observando as normas regulamentares vigentes, da Secretaria Especial do Meio Ambiente. Os aspectos que estão claros nessa mesma legislação é que "o álcool produzido deverá ser, basicamente, destinado a consumo próprio" e que "o fornecimento de matéria-prima a essas unidades produtoras não poderá interferir com o fornecimento vinculado a unidades de produção de açúcar ou álcool", estando previstas posteriores deliberações em função do acompanhamento, pelo Conselho Nacional do Álcool, do desenvolvimento tecnológico e da avaliação da economicidade dessas pequenas unidades.

Pode-se ter uma solução que comporte tanto o auto-consumo como a venda do excedente, em parte determinadas. Um complicador que se apresenta quando se pensa na comercialização do álcool das microdestilarias, em especial nas regiões tradicionalmente já servidas., além das especificações quanto à qualidade do produto, refere-se ao

monopólio estatal de distribuição de combustíveis líquidos, realizado pelo Conselho Nacional de Petróleo (CNP). Por um lado, o recolhimento desse álcool disperso em pequenas quantidades por um grande número de unidades traria um componente logístico, que talvez pudesse ser solucionado com a instalação de postos receptores estrategicamente localizados, embora a custos maiores. Por outro lado, o que se afigura como mais problemático, é a maior dificuldade de controle, caso se dissemine a presença de microdestilarias, controle que, devido à pulverização, será extremamente difícil de realizar, descartada a hipótese de que a comercialização se faça por iniciativa particular, apenas com visto de qualidades, que poderia ser realizado por amostragem. Nas regiões mais afastadas, haveria que se ter concessões especiais para a comercialização nas áreas onde não haja possibilidade ou interesse de o CNP intervir, para que o fluxo não fosse inviabilizado. O risco de ter-se um comércio paralelo, a despeito da proibição legal, seria grande; sem dúvida, tal possibilidade concorre para a resistência à disseminação de microdestilarias, mesmo que estritamente destinada a autoconsumo.

O aspecto que cabe ressaltar é que, pelo menos no curto e médio prazo, a viabilidade econômica das microdestilarias fica bastante comprometida caso haja dificuldades para a comercialização de seu produto, principalmente em função de que, com poucas exceções, o módulo de propriedade rural que poderia consumir todo o álcool produzido apresenta-se atualmente com muito grande, ou então tratar-se-ia de empresas agrícolas que se dedicam a atividades capital-intensivas, inclusive com ramificações fora da área rural. Este fato é agravado em conseqüência de que o uso de álcool presentemente, no âmbito agrícola, ainda está limitado porque tratores movidos a este combustível constitue experiência inexpressiva em escala comercial, ao passo que outros veículos, como caminhões e utilitários, têm uso restrito na esmagadora maioria das propriedades, em número insuficiente para aproveitar todo o álcool produzido. Dados veiculados no trabalho de CRUZ et alii(3) exemplificam o caso de uma propriedade de mais ou menos 1.000 hectares produtora de soja, que consumiria 144.000 litros de álcool por ano, mas isto supõe toda a produção mecanizada utilizando o álcool como combustível para movimentar as máquinas. O trabalho realizado pela CNAL(2) sugere que apenas empresas agrícolas com mais de 1.500 ha teriam condições de se auto-abastecerem com o álcool produzido por uma microdestilaria, sem especificar qual sua capacidade de produção nem o tipo de atividade a que se dedicariam tais propriedades.

A substituição do óleo diesel por álcool em veículos automotores ainda não tem comprovada sua viabilidade, tanto técnica como economicamente. O álcool aditivado teria como conseqüência altos custos relativamente à disponibilidade e preços do óleo diesel no presente, além de que a alternativa de usar-se óleos vegetais parece apresentar-se como mais vantajoso nesse sentido, embora seja esta uma solução de médio a longo prazo. O uso de álcool em motores do ciclo OTTO, no caso de tratores e máquinas agrícolas, implica em consumo de 35% a 45% maior que o diesel, segundo referência encontrada no trabalho do MIC/STI(10), o que comprovaria sua economicidade dado os preços relativos atuais dos dois produtos (custo de produção do álcool na microdestilarias versus preço do óleo diesel na bomba acrescido do preço de transporte). Mesmo neste último caso, lembra-se que, nem o custo de produção de álcool em microdestilarias e, principalmente, nem o seu uso em máquinas agrícolas tem comprovação empírica, na medida em que não existem, até o presente, experiências desse tipo operando em regime, com as contingências que isto acarreta quando passar-se efetivamente à prática, em larga escala.

O problema da possibilidade de comercialização e/ou de autoconsumo passa necessariamente pelos aspectos referentes à localização da produção. Tem-se sugerido que, nas áreas agrícolas próximas a grandes centros, seja permitido apenas o auto-consumo (e nesse caso, somente grandes propriedades ou propriedades capitalizadas, seriam as beneficiárias, com exceção de cooperativas formadas por pequenos e médios produtores), e em áreas mais isoladas a aprovação e presença de microdestilarias serviria tanto para o abastecimento de pequenas comunidades como para consumo próprio, dependendo da conveniência de cada situação particular.

Parece claro que, quanto ao aspecto de financiamento oficial facilitado para a implantação desses projetos, deveriam ser favorecidas as cooperativas, num caso, e localidades distantes, noutro caso, em vista de que grandes e/ou capitalizadas propriedades agrícolas, dentro da zona de influência de centros urbanos integrados, já disporiam de capacidade de pagamento próprio, fora de um programa especial de investimentos. Pelo fato de tratar-se de pequenas unidades de produção, as microdestilarias tendem a mascarar que seus benefícios não são distributivos absolutamente, e na verdade o seriam apenas relativamente (em relação ao PROÁLCOOL, por exemplo, e no sentido restrito que haveria um número maior de beneficiários, com conseqüente aumento de volume de subsídios que vem sendo oferecido ao setor). Isto mais do que justifica a exclusão de certos grupos num programa mais amplo em favorecimento de outros, como as cooperativas e associações de produtores, dependendo esta escolha das estratégias que se queira imprimir a este programa.

Quanto à localização mais especificamente, cabe enfatizar alguns aspectos que são relevantes. Nas áreas tradicionais que produzem cana-de-açúcar, a proliferação de microdestilarias poderia comprometer o abastecimento das unidades de produção de açúcar e álcool que se encontram instaladas e gerar conflitos, fato já amparado pela atual legislação. Como o setor sucro-alcooleiro é inteiramente dirigido pelo Estado, e as pressões da iniciativa privada que realiza a produção, sob as diretrizes estatais, são muito grandes, é difícil imaginar que haja maior liberalidade nesse sentido dentro da atual estruturação. A disputa por terras tem sido intensa, inclusive com uma tendência de decréscimo relativo na quantidade de cana de fornecedores em relação ao total esmagado, fenômeno visível ao nível do Estado de São Paulo e outros Estados da Região Centro-Sul, mas que também ocorre nos Estados nordestinos, em menor proporção. Nestes últimos, nota-se uma escassez quase generalizada de matéria-prima nos Estados tradicionalmente produtores tendo em vista as capacidades nominais instaladas das unidades em operação.

Nas regiões novas em termos de produção de cana-de-açúcar, mas que se situam em áreas com um certo desenvolvimento, caso estas sejam aptas à cultura, a instalação de destilarias autônomas é uma realidade, o que as coloca numa situação parecida com as regiões tradicionais quanto à presença de microdestilarias (dependendo da extensão da região e do número de destilarias autônomas), como por exemplo a Região Noroeste do Estado de São Paulo. Restariam as novas regiões localizadas em locais relativamente distantes dos centros urbanos integrados, como a Região do Pantanal no Estado do Mato Grosso do Sul e outras, em que as microdestilarias poderiam operar sem que se interferisse com a produção em larga escala, seja para auto-consumo, seja para o abastecimento das comunidades próximas.

Por outro lado, em termos de volume de investimentos, a análise seria um tanto diferente, porque nesse caso tratar-se-ia de um estudo de escala de produção, em que se confrontariam desde micro até macrodestilarias, passando também pelas minidestilarias (entre 10.000 a 60.000 litros/dia), desde que fixada uma meta física. Uma abordagem que contemple pequenas unidades contra escalas maiores ou iguais a 120.000 litros/dia, estaria comprometida ao não incluir a escala intermediária, com todas suas implicações. A curva de eficiência econômica, nesse caso, seria abruptamente interrompida, perdendo-se a finalidade de uma análise dessa espécie. Os custos de investimentos numa microdestilaria de 5.000 litros/dia giram ao redor de Cr$ 30.000.000,00, para menos; considerando que 25 unidades desse porte perfaçam o mesmo volume de produção de uma destilaria-padrão de 120.000 litros/dia, ter-se-ia um investimento da ordem de Cr$ 750.000.000,00, ou seja, pouco mais que a metade do custo previsto de implantação de uma unidade-padrão. Em compensação, a eficiência geral da indústria isoladamente seria menor nas microdestilarias, o que encareceria relativamente o preço da terra pela maior quantidade de cana a moer, excluindo-se a alternativa do uso de difusores que também poderiam igualmente servir às unidades maiores com a mesma eficiência.

Com respeito a disponibilidade de terras, este problema está vinculado a um assunto de grande interesse comunicatório, a saber, o deslocamento de culturas alimentares pela progressão da cultura da cana. Desde que propriedades hoje voltadas à exploração agrícola produtora de alimentos se

integrem a um programa de microdestilarias, isto em alguma medida deverá restringir a disponibilidade de áreas para a produção de alimentos, a despeito da integração que possa haver, isto é, o uso de álcool para movimentar máquinas e veículos comprometidos exatamente para a produção de alimentos, dentro da propria propriedade. A impossibilidade, à primeira vista, de conciliar os objetivos de, simultaneamente, conseguir-se produzir produtos agrícolas em quantidades adequadas para os setores de alimentação, exportação e energia, ao lado do caráter concentrador de renda do Programa Nacional do Álcool, são os dois grandes temas controvertidos na opção brasileira de solucionar a crise de combustíveis líquidos utilizando-se de biomassa.

Em contrapartida, tem-se que atentar quanto aos aspectos sociais, principalmente no que toca ao problema de absorção e fixação da mão-de-obra. Nesse sentido, parece que as pequenas unidades tem maior capacidade de assimilação, dado que seus processos são menos mecanizados e sem o auxílio de rotinas integradas que trabalham ao mesmo tempo grandes volumes de material. Tanto que escalas médias necessitam, dependendo da planta industrial, menor quantidade de mão-de-obra que escalas menores, e sempre proporcionalmente menos por unidade do produto, excetuando-se mão-de-obra especializada, cuja demanda é maior à medida que cresce o tamanho da planta.

O trabalho de CRUZ et alii(3), faz uma comparação em que, para uma mesma produção de 4,5 bilhões de litros de álcool, microunidades com produção entre 1.200 e 1.300 litros/dia empregariam 112.500 pessoas como mão-de-obra industrial contra 27.700 pessoas em destilarias padrão de 120.000 litros/dia. No mesmo trabalho cita-se com propriedade, que o custo de transporte, tanto da matéria-prima como do produto, são substancialmente reduzidos quando se tem microdestilarias como abastecedoras de localidades distantes dos centros urbanos. Num contexto mais geral, em que aspectos distributivos estivessem envolvidos, as implicações seriam provavelmente tão mais contundentes conforme se possa compatibilizá-los com os objetivos estratégicos que se pretende com o uso do álcool hidratado como carburante para veículos automotores. Uma análise envolvendo essas variáveis e em tal amplitude foge aos propósitos desse trabalho, bastando, no entanto, as considerações apresentadas para que se forme um juízo preliminar sobre o assunto, sendo que provavelmente para cada situação e objetivos específicos tenha-se uma solução ou uma combinação, em grau diverso, das diversas alternativas disponíveis.

A respeito, tem-se os trabalhos de MELLO e FONSECA(9), que representa os defensores da tese que confirma o quadro negativo daqueles pontos há pouco enunciado, enquanto existe uma corrente que advoga o contrário, baseando-se na disponibilidade de áreas agriculturáveis no país e na oportunidade de emprego que o PROÁLCOOL cria, sem que se prejudique nem a oferta de alimentos nem a distribuição de renda, a par de vantagens adicionais. Ambas as posições não negam a utilidade do Programa, discordam quanto a forma e ritmo com que o mesmo é executado *.

Uma vez viabilizada a microdestilaria, na dependência da solução dos problemas anteriormente mencionados, haveria ainda que se deter sobre dois problemas adicionais, que podem ter evoluções diversas a partir do momento atual. O primeiro é quanto aos fabricantes de equipamentos, que teriam que se preparar para receber o número de encomendas necessárias, dentro de padrões técnicos garantidos e submetidos à disciplina de mercado. A provável evolução a se verificar no setor, caso se dissemine microdestilarias, tende a ser de maior competição a curto prazo, economia de escala na linha de montagem, aperfeiçoamentos técnicos e talvez até oligopolização a médio e longo prazo pela incorporação ou deslocamento das firmas menores ou menos agressivas ou com menor poder de desenvolvimento técnico-empresarial. De qualquer maneira, tem sido sugerido nos trabalhos sobre micro-destilarias, um procedimento para avaliação dos projetos existentes, exatamente com o propósito de disciplinar as possíveis distorções aí localizadas, mediante um credenciamento

---

* Quanto à produção de alimentos, o IAA/PLANALSUCAR desenvolve um projeto que pode atenuar o problema através da consorciação da cana com culturas alimentares, tanto em rotação nas áreas de reforma do canavial como em intercalação após cada período de colheita (ver o trabalho de LOMBARDI e CARVALHO, 8).

das firmas que se apresentassem com melhores condições de atender a demanda, segundo critérios explícitos de excelência técnico-financeiras das empresas escolhidas. O trabalho do MIC/STI(10), por exemplo, sugere ainda que os fabricantes de equipamentos deveriam (a) dispor de projetos completo da microdestilaria ou dos principais setores do processo de fabricação; (b) fornecer treinamento de pessoal para a operação da unidade industrial; e (c) dar garantia de assistência técnica e reposição de peças e componentes, além da obetnção de certificado de desempenho na produção de álcool durante toda uma safra (de toda a destilaria ou dos equipamentos isoladamente), emtida por entidade devidamente atuorizada.

O segundo problema adicional relacionado seria quanto aos próprios rumos futuros do Programa Nacional do Álcool, cuja dependência encontra-se vinculada a inúmeros fatores. O grau de sucesso a ser alcançado será determinado principalmente pela política de preços do petróleo e derivados, tanto interno como externa, e do preço relativo do álcool, e também pelo progresso tecnológico que porventura venha a se concretizar no uso do álcool como combustível de veículos, máquinas agrícolas e motores estacionários, e como substituto de produtos petroquímicos da fração leve (eteno, nafta, etc). O estudo "Previsão e Análise Tecnológica do PROÁLCOOL", patrocinado pela Secretaria de Tecnologia Industrial (MIC), e executado sob o gerenciamento do Instituto do Açúcar e do Álcool, através do PLANALSUCAR, que contou com a Participação do Instituto de Administração da USP e do Instituto Mauá de Tecnologia, faz uma análise do desenvolvimento do PROÁLCOOL para os próximos vinte anos, construindo vários cenários alternativos de evolução da demanda por fontes de combustíveis líquidos; embora o estudo não trate exaustivamente de micro ou minidestilarias, muito provavelmente algum dos cenários estudados se confirmará, em termos aproximados, e sobre este contexto futuro é que cabem também as considerações sobre o papel a ser reservado para as microdestilarias. A definição deste papel vai se resolver conforme se tenha mais nitidamente idéia das necessidades e capacitação potencial do país, cujas expressões condicionam-se a fatores de natureza político-social.

A drasticidade de algumas das colocações encontradas no texto deste capítulo procuram tão-somente evidenciar aqueles aspectos decisivos no contexto específico da discussão, para o que empregou-se o expediente de focalizar situações-limite, e necessariamente não correspondem à realidade imediata, que comporta naturalmente acomodações.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo final cumpre a finalidade de enfatizar os principais aspectos que foram abordados durante o desenvolvimento do trabalho. No que diz respeito à viabilidade econômica de microdestilarias, alguns pontos vem relacionados a seguir:

a) Em todas as alternativas estudadas, a participação da matéria-prima nos custos de produção é de grande peso, em torno de 60% do custo total;

b) O custo por litro de álcool obtido para as quatro alternativas foi:

Alternativa I = Cr$ 45,28
Alternativa II = Cr$ 37,68
Alternativa III = Cr$ 36,21
Alternativa IV = Cr$ 31,96;

c) Nenhuma das alternativas apresenta viabilidade caso se considere que a matéria-prima seja adquirida de terceiros, ao preço oficial da cana-de-açúcar estabelecido oficialmente pelo Instituto do Açúcar e do Álcool;

d) Trabalhando com cana própria, e a custos sensivelmente menores do que o seria no caso de pagar-se a matéria-prima a terceiros (65% do preço oficial), todas as alternativas apresentam viabilidade econômica, com exceção da alternaitva I, que, no entanto, torna-se viável quando se considera, para cálculo da receita, o preço de bomba do álcool;

e) As demais alternativas, com exceção da alternativa I, apresentam viabilidade mesmo utilizando-se, para a composição da receita, do preço do álcool na condição PVU;

f) Um fator importante para a viabilidade de microdestilarias é o seu funcionamento pleno durante a safra, de modo a se ter menor capacidade ociosa dos equipamentos e, conseqüentemente, aumento da produção e receita;

g) O aumento da eficiência industrial nas microdestilarias, dentro das condições

estudadas, parece não ser compensada por um aumento mais que proporcional na rentabilidade, porque, no caso, a estratégia tecnologicamente melhorada (2 ternos de moenda mais alguns outros melhoramentos) não apresentou diferenças significativas quando utilizou-se de indicadores econômicos selecionados para a avaliação;

h) A questão de escala revelou-se como decisiva, ao lado dos turnos de trabalho, para aumentar a viabilidade do empreendimento, na medida em que a alternativa IV (de 200 litros/hora) revelou-se nitidamente mais interessante, do ponto de vista econômico, que a alternativa III (100 litros/hora), sendo ambas fundamentalmente iguais em termos do nível de tecnologia empregado;

i) O principal indicador econômico utilizado para a análise de investimentos foi a taxa interna de retorno (TIR), cujos valores foram os seguinte:

Alternativa I = 18,96%
Alternativa II = 15,87%
Alternativa III = 16,37%
Alternativa IV = 37,22%;

j) O confronto entre as rentabilidades obtidas para uma determinada alternativa, na comparação entre o empreendimento com e sem financiamento (neste último caso, utilizando das bases vigentes até há pouco tempo para o PROÁLCOOL, com ligeiras adaptações), mostrou que o nível de rèntabilidade aumenta quando o empreendimento é finannanciado, nas codições estabelecidas.

Quanto aos aspectos sócio-institucionais que envolvèm as decisões a serem tomadas com respeito à microdestilarias, discutiu-se também alguns pontos, em termos gerais. Pode-se afirmar que faltam definições importantes nesse campo, e que estas dependem fundamentalmente de como se dará, nesse sentido, o processo de participação governamental, num eventual programa de microdestilarias.

Resta afirmar que este trabalho pretendeu realizar uma espécie de síntese das informações existentes sobre o assunto, sem o propósito de esgotá-lo, procurando apenas contribuir para uma discussão que deverá ser retomada pelos interessados.

BIBLIOGRAFIA

01. CENAL. *PROÁLCOOL:* Informações básicas para empresários. 2.ª ed., Rio de aneiro, 1980. 1137 p.

02. CNAL. *Subsidios para análise de uma política de implantação de microdestilarias no âmbito do PROÁLCOOL* — Grupo Interministerial. Brasília, 1979. 15 p. (minuta-mimeo.).

03. CRUZ, E. R.; IRCHTER, H. V.; DIAS, M. C. S.; NETTO, A. G.; BRANDINI, A. *Rentabilidade potencial de microusinas de álcool a partir de cana-de-açúcar:* um estudo preliminar. EMBRAPA, Brasília, s/d. 18 p. (mimeo.).

04. DIAS, J. M. C. S. A Implantação de microdestilarias para energização rural. *SACCHARUM,* STAB, São Paulo, *3*(11): 19-28, dez. 1980.

05. GITTINGER, J. *Analisis económico de proyectos agricolas. Madrid,* Instituto de Desarrollo Económico, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento — Editorial Técnos 1973. 241 p.

06. IAA/PLANALSUCAR, IA/USP & IMT. *Previsão e Análise Tecnológica do PROÁLCOOL.* Piracicaba, 1981. (no prelo).

07. IPT. *Mini-usinas para produção de álcool etílico.* São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, s/d. 23 p.

08. LOMBARDI, A. C. & CARVALHO, L. C. C. Agricultura Energética e a Produção de Ali-Alimentos — possibilidade de compatibilização. *Boletim técnico PLANALSUCAR;* Piracicaba, *3*(5): 1-28, maio, 1981.

09. MELLO, F. H. de & FONSECA, E. G. de. *PROÁLCOOL, Energia e Transportes.* São Paulo, s.c.p., 1981. 318 p. (mimeo.).

10. MIC/STI. *Microdestilaria:* programa de pesquisa e desenvolvimento. Brasília, Secretaria de Tecnologia Industrial,. 1981. 73 p.

11. PARAZZI, C. & FERRARI, S. E. O Processo da extração de açúcar por difusão na agroindústria canavieira. *Brasil Açucareiro,* Rio de Janeiro, *98*(3): 18-32, set. 1981.

12. PINAZZA, A. H. & BRUGNARO, C. *Introdução à análise econômica em experimentação canavieira.* Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR-SUPER, 1981. 43 p.

13. RASOVSKY, E. M. *Álcool/Destilarias.* Rio de Janeiro, Instituto do Açúcar e do Álcool, 1973. 384 p.

14. *SICCT. Subsídios para o programa nacional de mini e microdestilarias de álcool carburante.* São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1980. 57 p.

15. ————. *Microdestilaria:* uma contribuição para a implantação de novas unidades. São Paulo, Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1981. 91 p.

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS DO I.A.A.

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO — Nilo Arêa Leão
R. Formosa, 367 — 21º — São Paulo — Fone: (011) 222-0611

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PERNAMBUCO — Antônio A. Souza Leão
Avenida Dantas Barreto, 324, 8º andar — Recife — Fone: (081) 224-1899

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE ALAGOAS – Marcos Rubem de Medeiros Pacheco
Rua Senador Mendonça, 148 — Edificio Valmap — Maceió Alagoas — Fone: (082) 221-2022

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RIO DE JANEIRO — Ferdinando Leonardo Lauriano
Praça São Salvador, 62 — Campos — Fone: (0247) 22-3355

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MINAS GERAIS – Rinaldo Costa Lima
Av. Afonso Pena, 867 — 9º andar — Caixa Postal 16 — Belo Horizonte — Fone: (031) 201-7055

ESCRITÓRIOS DE REPRESENTAÇÃO

BRASILIA: Francisco Monteiro Filho
Edifício JK – Coniunto 701-704 — (061) 224-7066

CURITIBA: Aidê Sicupira Arzua
Rua Voluntários da Pátria, 475/20º andar — (0412) 22-8408

NATAL: José Lopes de Araújo
Av. Duque de Caxias, 158 – Ribeira — (084) 222-2796

JOÃO PESSOA: José Marcos da Silveira Farias
Rua General Osório — (083) 221-4612

ARACAJU: José de Oliveira Moraes
Praça General Valadão – Gal. Hotel Palace — (079) 222-6966

SALVADOR: Maria Luiza Baleeiro
Av. Estados Unidos, 340/10º andar — (071) 242-0026

BRASIL AÇUCAREIRO

Órgão Oficial do Instituto do Açúcar e do Álcool

(Registrado sob o nº 7.626 em 17-10-34, no 3º Ofício do Registro de Títulos e Documentos).

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
DIVISÃO DE INFORMAÇÕES

Av. Presidente Vargas, 417-A — 6º e 7º And. — Fone: 224-8577 (Ramais: 29 e 33) — Caixa Postal 420
Rio de Janeiro — RJ — Brasil

ASSINATURA ANUAL: 12 NÚMEROS

Brasil . . . . **Cr$ 2.500,00**
Número avulso . . . . . . **Cr$ 250,00**
Exterior . . . . **US$ 40,00**

Diretor: Claribalte Passos
Registro Jornalista Profissional 2.888

Editor: Sylvio Pélico Filho
Registro Jornalista Profissional 10.612

Revisão
Neline Rodrigues Mochel, José Silveira Machado, Edy Siqueira de Castro, Júlia de Freitas Cardoso, Darcyra de Azevedo Lima, Jorge Luís.

Fotos
Clóvis Brum, J. Sousa

Circulação
Décio P. Silva, Anivaldo Fernandes

COLABORADORES: Ana Maria S. Rosa, D. Moura Leitão, Eliane Fontes, Elmo Barros, Fernando Gouvêa, Gilberto Freyre, H. Paulo, J. Neiva, J. Stupiello, Joaquim Fonteles, Maria Cruz, M. Souto Maior, Nelson Coutinho, O. Mont'Alegre, Sérgio Medeiros, Toledo Lima (São Paulo) e Wilson Carneiro.

Pede-se permuta.
On dêmande l'exchange.
We ask for exchange.
Pidese permuta.
Si richiede lo scamblo.
Man bittet um Austausch.
Instershangho dezirata

Os pagamentos em cheques deverão ser feitos em nome do Instituto do Açúcar e do Álcool, pagáveis na praça do Rio de Janeiro.